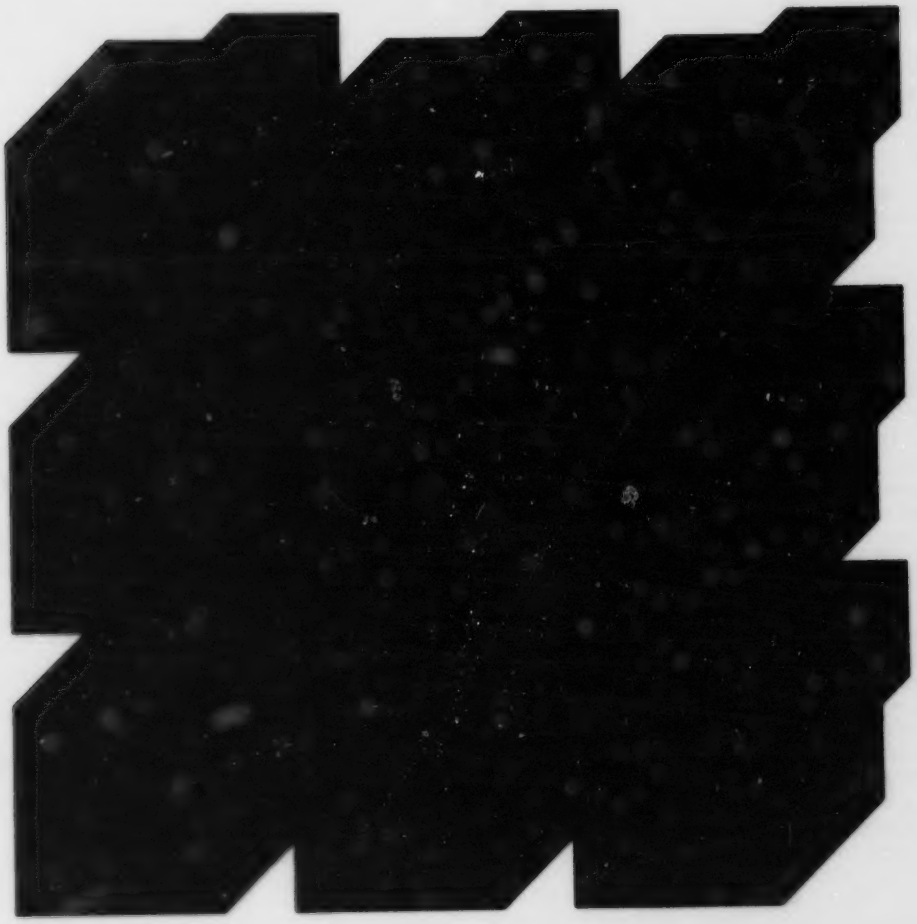
A paper prepared for the Economic Council of Canada
P.O. Box 527
Ottawa, Ontario
K1P 5V6

Un document préparé pour le Conseil économique du Canada
C.P. 527
Ottawa (Ontario)
K1P 5V6

DOCUMENT n° 257

Évolution du prix international du pétrole, de 1870 à nos jours

par Michèle Bourque



The Economic Council of Canada was established in 1963 by Act of Parliament. The Council is a crown corporation consisting of a Chairman, two Directors and not more than twenty-five Members appointed by the Governor in Council.

The Council is an independent advisory body with broad terms of reference to study, advise and report on a very wide range of matters relating to Canada's economic development. The Council is empowered to conduct studies and inquiries on its own initiative, or if directed to do so by the Minister, and to report on these activities. The Council is required to publish annually a review of medium- and long-term economic prospects and problems. In addition it may publish such other studies and reports as it sees fit.

The Chairman is the Chief Executive Officer of the Council and has supervision over and direction of the work and staff of the Council. The expenses of the Council are paid out of money appropriated by Parliament for the purpose.

The Council as a corporate body bears final responsibility for the *Annual Review*, and for certain other reports which are clearly designated as *Council Reports*. The Council also publishes *Research Studies*, *Discussion Papers* and *Conference Proceedings* which are clearly attributed to individual authors rather than the Council as a whole. While the Council establishes general policy regarding such studies, it is the Chairman of the Council who bears final responsibility for the decision to publish authored research studies, discussion papers and conference proceedings under the imprint of the Council. The Chairman, in reaching a judgment on the competence and relevance of each author-attributed study or paper, is advised by the two Directors. In addition, for *authored Research Studies* the Chairman and the two Directors weigh the views of expert outside readers who report in confidence on the quality of the work. Publication of an author-attributed study or paper signifies that it is deemed a competent treatment worthy of public consideration, but does not imply endorsement of conclusions or recommendations by either the Chairman or Council members.

Établi en 1963 par une Loi du Parlement, le **Conseil économique du Canada** est une corporation de la Couronne composée d'un président, de deux directeurs et d'au plus vingt-cinq autres membres, qui sont nommés par le gouverneur en conseil.

Le Conseil est un organisme consultatif indépendant dont le mandat lui enjoint de faire des études, donner des avis et dresser des rapports concernant une grande variété de questions rattachées au développement économique du Canada. Le Conseil est autorisé à entreprendre des études et des enquêtes, de sa propre initiative ou à la demande du Ministre, et à faire rapport de ses activités. Chaque année, il doit préparer et faire publier un exposé sur les perspectives et les problèmes économiques à long et à moyen termes. Il peut aussi faire publier les études et les rapports dont la publication lui semble opportune.

Le président est le directeur général du Conseil; il en surveille les travaux et en dirige le personnel. Les montants requis pour acquitter les dépenses du Conseil sont prélevés sur les crédits que le Parlement vote à cette fin.

En tant que personne morale, le Conseil assume l'entière responsabilité des *Exposés annuels*, ainsi que de certains autres rapports qui sont clairement désignés comme étant des *Rapports du Conseil*. Figurent également au nombre des publications du Conseil, les *Études*, *Documents* et *Comptes rendus de colloques*, qui sont explicitement *attribués à des auteurs particuliers* plutôt qu'au Conseil lui-même. Celui-ci établit une politique générale touchant ces textes, mais c'est au président qu'il incombe de prendre la décision finale de faire publier, sous les auspices du Conseil économique du Canada, les ouvrages à nom d'auteur tels que les études, documents et rapports de colloques. Pour se prononcer sur la qualité, l'exactitude et l'objectivité d'une étude ou d'un document attribué à son auteur, le président est conseillé par les deux directeurs. De plus, dans le cas des *études à nom d'auteur*, le président et les deux directeurs sollicitent l'avis de lecteurs extérieurs spécialisés, qui font un rapport confidentiel sur la qualité de ces ouvrages. Le fait de publier une étude ou un document à nom d'auteur ne signifie pas que le président ou les membres du Conseil souscrivent aux conclusions ou recommandations contenues dans l'ouvrage, mais plutôt que l'analyse est jugée d'une qualité suffisante pour être portée à l'attention du public.

DOCUMENT n° 257

Évolution du prix international du pétrole, de 1870 à nos jours

par Michèle Bourque

Les résultats contenus dans le "Document" demeurent l'entière responsabilité de l'auteur et, en tant que tels, n'ont pas reçu l'adhésion des membres du Conseil économique du Canada.

La série "Documents" contient des documents de travail dont le Conseil fait une diffusion restreinte, dans leur version d'origine, en vue de susciter des commentaires de la part de spécialistes.

Toute demande de permission pour reproduire ce document en tout ou en partie doit être adressée au :

Secrétaire du Conseil
Conseil économique du Canada
Case postale 527
Ottawa (Ontario)
K1P 5V6

ISSN 0225-8021

Avril 1984

SOMMAIRE

Le but de cette étude est d'examiner l'évolution du prix du pétrole de 1870 à nos jours. Les prix sont exprimés en dollars américains de 1982.

Les fluctuations du prix du pétrole sont liées à des évènements politiques et économiques spécifiques. Nous pouvons mesurer l'ampleur de ces chocs et la comparer aux comportements du marché du charbon, du gaz naturel et de l'électricité.

Les soixante-quinze premières années de l'industrie pétrolière sont caractérisées par une forte expansion et par une forte instabilité des prix. De 1870 à 1945, les États-Unis ont conservé une suprématie incontestée. Ils ont été le premier pays à produire, à exporter et à consommer du pétrole brut. En 1939, les États-Unis produisaient 63% de tout le pétrole brut, en consommaient 60% et en raffinaient 71%. Ils ont fixé, pour le monde entier, le prix du pétrole, mais n'ont su le stabiliser qu'à partir de 1933, avec la formation du Texas Railroad Commission (TRC). Durant cette période, le prix réel du pétrole a diminué en moyenne de 0.7% par année et a enregistré des fluctuations dont l'ampleur annuelle moyenne atteignait 19%.

De 1945 à 1972, le marché pétrolier a atteint une certaine stabilité. Malgré la croisance importante de la demande, les

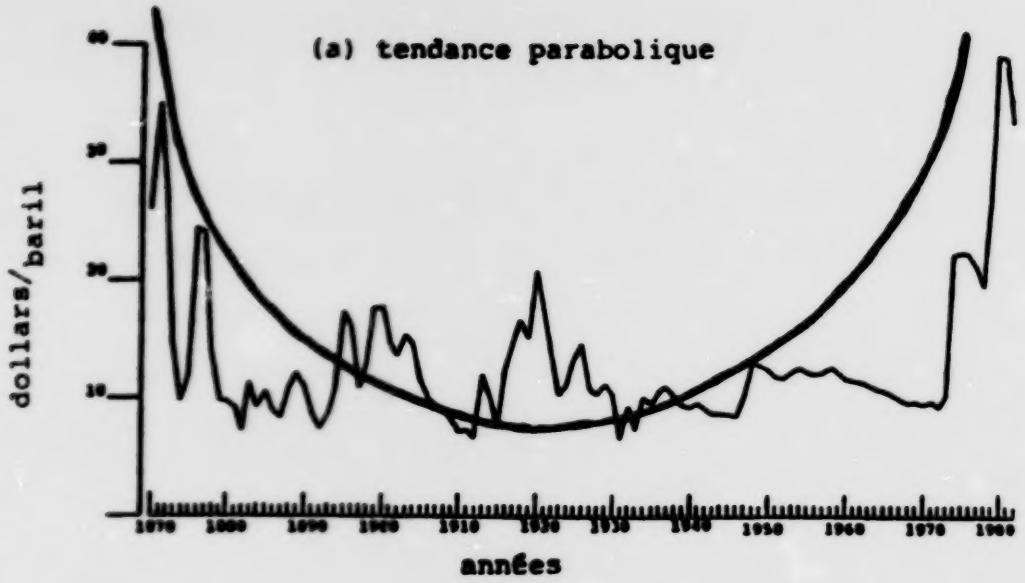
prix, contrôlés par la TRC, n'augmente en termes réels que de 0.6% par année, et demeurent relativement stables. Avec l'émergence du Moyen-Orient comme importante zone de production, et par la suite, la formation de l'Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole (OPEP), cette deuxième phase se termine avec la fin de la suprématie américaine et de l'ère de la TRC.

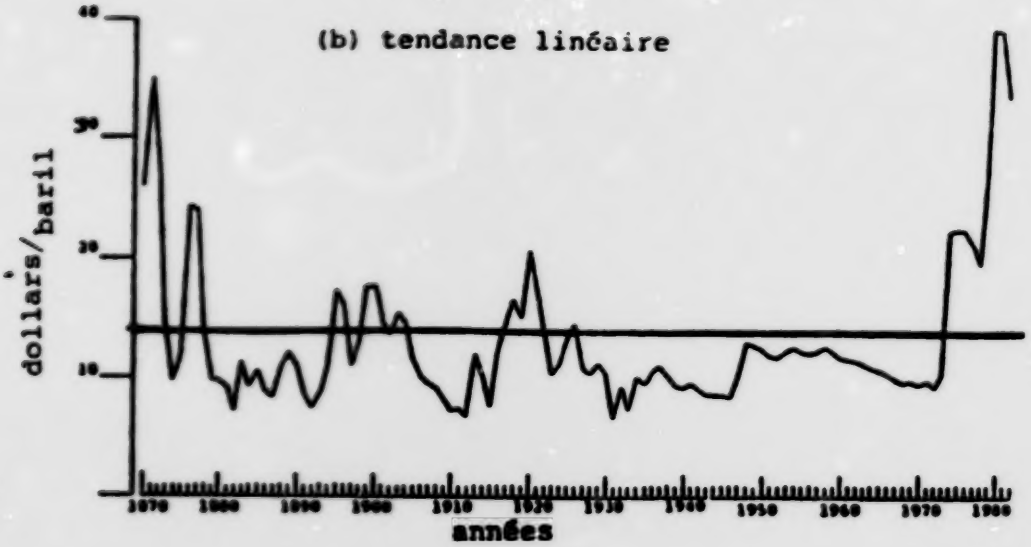
Après quarante années de relative stabilité sous le contrôle de la TRC, le marché du pétrole a connu sous le régime de l'OPEP ses plus sévères chocs. Les hausses successives du prix du pétrole de 1973, 1978-79 ont profondément affecté le marché de l'énergie. Les consommateurs et producteurs américains ont ajusté leur demande d'énergie, et même diminué en termes absolus. Depuis 1980, le prix du pétrole a baissé en moyenne de 7.3% par année (termes réels). La baisse de la demande d'énergie et l'augmentation de la production des pays non-membres de l'OPEP suggèrent que le marché devrait être à l'avenir, plus stable qu'entre 1972 et 1981.

A partir des données depuis 1870, on peut tenter de cerner une tendance à long terme du prix du pétrole. On mentionne généralement deux hypothèses concernant l'évolution du prix du pétrole: (1) le prix réel du pétrole devrait augmenter à long terme, en fonction du rythme d'épuisement des réserves; (2) le prix du pétrole est, à long terme, constant en termes réels. La première étape de notre démarche empirique

consiste en une reformulation mathématique de ces deux hypothèses. Elles sont respectivement représentées par des fonctions parabolique et linéaire.

D'après les tests empiriques, on ne peut rejeter l'hypothèse de la constance des prix, ni celle de la tendance parabolique (voir graphiques page suivante). L'ampleur de la variance reflète la grande instabilité du marché du pétrole, et rend difficile, voire presqu'impossible, l'identification certaine d'une tendance.


(a) tendance parabolique
dollars/baril
années


(b) tendance linéaire
dollars/baril
années

SUMMARY

The purpose of the study is to trace the evolution of oil prices from 1870 to recent times. Prices will be expressed in 1982 U.S. dollars.

Oil price fluctuations are tied to specific political and economic events. These changes can be measured and compared with the performance of the coal, natural gas and electric power markets.

The first 75 years of the petroleum industry were characterized by rapid expansion and great price instability. From 1870 to 1945 the United States was the undisputed leader in the industry, producing, exporting and consuming more crude oil than any other country. In 1939, for example, the U.S. produced 63 per cent of all crude oil, consumed 60 per cent and refined 71 per cent. The U.S. thus determined the price of oil for the entire world, although price stabilization was not possible until 1933, when the Texas Railroad Commission (TRC) was formed. Over the 1870-1945 period, the real price of oil dropped by an average of 0.7 per cent a year, and its annual fluctuations averaged 19 per cent.

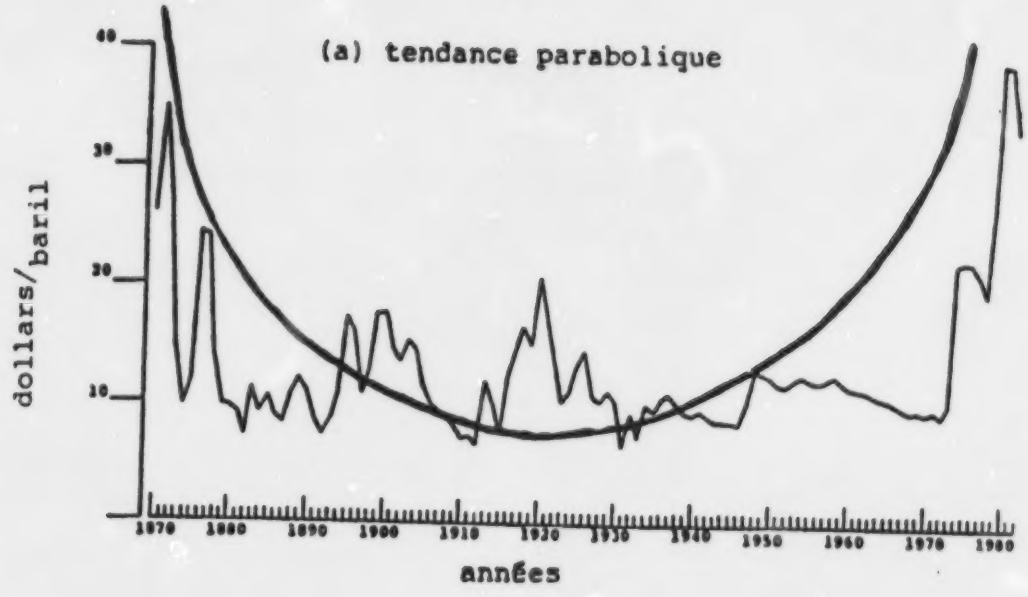
From 1945 to 1972, the petroleum market experienced a period of relative stability. Despite a significant increase in demand, prices, which were controlled by the TRC, rose by

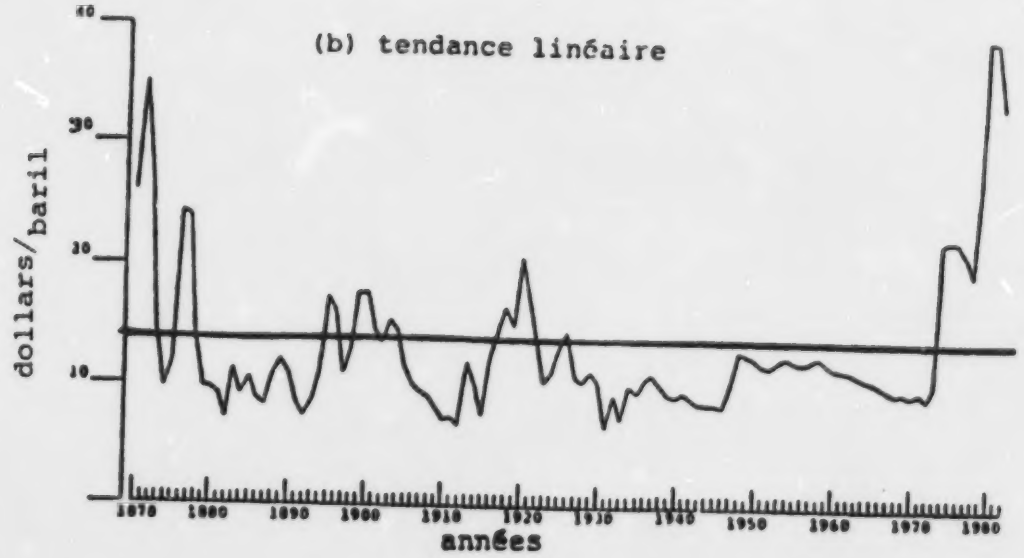
only 0.6 per cent a year in real terms and so remained fairly stable. With the emergence of the Middle East as a major oil-producing region and the subsequent formation of the Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC), this second phase ended the U.S. domination of the market and the TRC era.

After 40 years of relative stability under the control of the TRC, the petroleum market suffered its most severe shocks under OPEC domination. Rapid oil price increases in 1973 and again in 1978-79 had a profound effect on the energy market. Both producers and consumers in the United States were forced to adjust their energy requirements, and demand actually dropped in absolute terms. Since 1980, the price of oil has slipped by an average of 7.3 per cent a year in real terms. Lower energy demand, coupled with increased production from non-OPEC countries, suggests that the future of the market will be more stable than in the 1972-1981 period.

Using data from 1870 onward, one can attempt to identify long-term trends in oil prices. Two theories concerning the evolution of oil prices are often mentioned: (1) that the real price of oil will rise over the long term, as oil reserves are gradually exhausted; and (2) that the price of oil will remain constant in real terms. The first stage of our empirical study consists of the reformulation of these two theories in mathematical terms. They can be represented by parabolic and linear functions respectively.

Empirical tests show that neither theory (price constancy or parabolic curve) can be rejected out of hand (see charts on following page). The degree of variance reflects the market's great instability, and makes the positive identification of trends difficult, if not almost impossible.


(a) tendance parabolique
dollars/baril
40
30
20
10
1870
1880
1890
1900
1910
1920
1930
1940
1950
1960
1970
1980
années


(b) tendance linéaire
dollars/baril
40
30
20
10
1870
1880
1890
1900
1910
1920
1930
1940
1950
1960
1970
1980
années

Remerciements

Je tiens à remercier messieurs Peter Eglington, Lawrence Copithorne et Patrick Robert pour leurs suggestions et commentaires tout au long de ce travail.

TABLE DES MATIERES

page

I INTRODUCTION..... 1

II ÉVOLUTION PASSÉE DU PRIX DU PÉTROLE: ANALYSE DESCRIPTIVE

1. De 1870 à 1945..... 7
2. De 1946 à 1972..... 14
3. De 1973 à 1982..... 20

III TENDANCE PASSÉE ET FUTURE DU PRIX DU PÉTROLE: ANALYSE EMPIRIQUE

1. Quel sera le prix du pétrole dans l'avenir?..... 28
2. Analyse empirique..... 34

IV CONCLUSION..... 43

NOTES INFRAPAGINALES..... 46

TABLEAUX ET GRAPHIQUES..... 48

ANNEXE A..... 57

ANNEXE B..... 65

BIBLIOGRAPHIE..... 66

LISTE DES GRAPHIQUES

page

GRAPHIQUE I: Consommation américaine par forme d'énergie..... 48

GRAPHIQUE II: Evolution du prix réel du pétrole brut, 1870-1982..... 49

GRAPHIQUE III: Evolution du prix du charbon, du gaz naturel et de l'électricité..... 50

GRAPHIQUE IV: Marché mondial du pétrole, 1974-1983..... 51

GRAPHIQUE V: Projections du prix du pétrole..... 53

GRAPHIQUE VI: Scénarios de la tendance parabolique et de la tendance linéaire..... 54

LISTE DES TABLEAUX

page

TABLEAU I: Liste des modèles présentés au Forum: EMF6..... 52

TABLEAU II: Résultats des régressions R1 et R2 par période d'échantillonnage..... 55

CHAPITRE I

Introduction

Au moment où, il y a dix ans, le prix du pétrole a quadruplé, de nombreux observateurs ont prédit que l'OPEP allait changer fondamentalement le fonctionnement du marché, et que le prix du pétrole ne cesserait d'augmenter à l'avenir. Ils avaient sous-estimé la capacité d'adaptation des consommateurs et producteurs, et négligé l'impact qu'elle aurait sur le marché et plus généralement sur le niveau des prix.

Aujourd'hui l'OPEP a officiellement baissé le prix de son baril de pétrole Arab Light à 29 dollars U.S. Mais, il est toujours assez élevé pour inciter les pays importateurs de pétrole à diminuer encore leur demande, à développer leurs propres ressources pétrolières, et à chercher des nouvelles sources d'énergie. L'OPEP doit maintenant faire face à des surplus. Sans un contrôle strict de sa production, elle devra encore annoncer une baisse du prix. L'ère de l'OPEP serait-elle terminée?

Dès l'origine, l'industrie pétrolière s'est caractérisée par le besoin d'un groupe ou d'un agent directeur contrôlant le niveau de sa production et maintenant l'existence d'un surplus d'approvisionnement. Elle n'a jamais cessé d'opérer au sein d'une structure de marché "cartelisée". Au tout début de l'industrie, le marché a été dominé par de grandes sociétés, dont la Standard Oil of New Jersey de Rockfeller, puis vers 1935, par la Texas Railroad Commission, et finalement par l'OPEP.

Le pétrole est une ressource non-renouvelable. Son prix d'approvisionnement est influencé par les découvertes de gisements, par les réserves existantes et par leur taux d'épuisement. Lors de la crise de 1973, on a laissé entendre que les réserves mondiales de pétrole s'épuisaient rapidement, et qu'il nous faudrait envisager les années 1990 dans une perspective de rareté du pétrole. Ce fait est maintenant démenti. La baisse de la demande mondiale, combinée à l'offre croissante des pays producteurs non-membres de l'OPEP, repoussent de plusieurs années l'échéance. Cependant, une grande incertitude persiste quant à la tendance future du prix du pétrole.

La connaissance du prix futur du pétrole est essentielle au développement de stratégies, en matière de politiques énergétiques. Devons-nous, à tout prix, encourager la conservation et le remplacement du pétrole? Devons-nous investir dans la commercialisation de nouvelles sources d'énergie, qui pourraient devenir économiquement rentables à un prix élevé du pétrole? Mais pouvons-nous estimer le prix futur du pétrole? Plusieurs répondront que non. L'instabilité politique du Moyen-Orient et celle du monde en général, rend précaire tout effort de prédiction des prix. Cependant, il existe de nombreuses projections du prix futur du pétrole basées sur les résultats d'études économétriques. Aussi, il est possible de trouver une tendance de long terme, basée simplement sur l'analyse de l'évolution passée des prix.

Comment le prix du pétrole a-t-il évolué dans le temps? A-t-il connu auparavant des chocs comparables à ceux de 1973, 1978-79? La Standard Oil New-Jersey et la Texas Railroad Commission ont-elles stabilisé le marché du pétrole? ou ont-elles agi, tout comme l'OPEP, comme agent initiateur de hausses de prix? Peut-on cerner une tendance dans l'évolution passée du prix? ou l'instabilité du marché était-elle trop forte? Dans le cas où il existe une certaine tendance, peut-on la vérifier empiriquement et en déduire l'évolution future du prix du pétrole?

L'industrie du pétrole a été fortement marquée par le rôle prépondérant que les Etats-Unis ont joué dans son développement. De 1859 à 1970, ils sont restés de loin le premier pays producteur de pétrole du monde. A la fin de 1969, les Etats-Unis avaient fourni 41.3% de la production mondiale cumulée. Jusqu'alors le marché avait été indéniablement dominé par les Etats-Unis, et particulièrement par les sept grandes sociétés pétrolières, les "SEPT MAJORS", dont 5 étaient américaines. Le prix du pétrole brut américain est resté, jusqu'en 1970, le prix de référence pour le monde entier.

Les Etats-Unis ont été également le premier pays à consommer en grandes quantités du pétrole brut. En 1970, ils étaient encore le plus grand consommateur de pétrole au monde. De 1870 à 1970, le marché du pétrole a été avant tout un marché américain.

Le but de cette étude est d'examiner l'évolution du prix international du pétrole depuis 1870. Les prix que nous examinerons, de 1870 à 1970, seront ceux du pétrole brut américain. A partir de 1973, l'OPEP contrôle la production mondiale de pétrole et le prix international devient à ce moment, le prix annoncé par l'OPEP. Au chapitre II, nous examinerons les fluctuations du prix à la lumière des évènements politiques et économiques. Nous essaierons de mesurer l'instabilité du marché du pétrole et de la comparer aux comportements des marchés américains du charbon, du gaz naturel et de l'électricité. A partir des leçons du passé au sujet du prix du pétrole, nous présenterons et testerons empiriquement, au chapitre III, les deux principales hypothèses concernant la tendance de long terme du prix:

1. Le prix du pétrole, en termes réels, devrait augmenter à long terme, en fonction du rythme d'épuisement des réserves.

2. Le prix du pétrole est, à long terme, constant en termes réels, et se situent autour de $14.00 le baril.

Laquelle de ces deux hypothèses expliquent le mieux l'évolution passée des prix du pétrole? Les tests empiriques nous renseignent-ils sur la véritable tendance du prix du pétrole? Si l'une de ces deux hypothèses se vérifie pour le passé, peut-on conclure qu'elle se vérifiera pour l'avenir?

Le chapitre IV présentera les principales conclusions de notre étude.

CHAPITRE II

Evolution passée du prix du pétrole: Analyse descriptive

Le prix du pétrole a toujours suivi un cours plutôt sinueux, fluctuant au gré de la demande, de l'offre et des évènements politiques. Plusieurs hausses de prix, moins fortes et moins lourdes de conséquences sociales, politiques et économiques, ont précédé les "crises" de 1973 et de 1978-79. Dans ce chapitre, nous présentons une description de l'évolution du prix du pétrole depuis 1870. Nous tenterons d'expliquer les fluctuations du prix réel par des évènements politiques et économiques, de mesurer l'ampleur de ces chocs, et de comparer la tendance du prix du pétrole à celle des autres principales sources d'énergie. Nous distinguerons trois grandes phases de l'histoire du pétrole:

1. De 1870 à 1945, le marché est soumis à la domination de quelques compagnies pétrolières, et à partir de 1931 de la Texas Railroad Commission.

2. De 1946 à 1972, le Moyen-Orient émerge comme importante zone productrice.

3. De 1973 à 1983, l'Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole domine le marché.

1. 1870 à 1945

L'industrie pétrolière débute aux Etats-Unis vers 1860. Le pétrole représente alors 1% de la demande et de la production

américaines d'énergie. Le marché est à ce moment dominé par le bois et le charbon. En 1885, le bois cède sa place au charbon, qui lui-même s'effacera 60 ans plus tard au profit du pétrole (graphique I). De 1870 à 1920, le marché du pétrole est un marché en continuelle expansion, mais très instable. A chaque découverte de pétrole au Texas, en Louisiane, ou en Oklahoma, à chaque hausse de la demande, le prix du pétrole brut varie. Durant cette période, on assiste aux plus fortes (sauf en 1978-79) et aux plus nombreuses variations de prix.

Le graphique II présente l'évolution du prix du pétrole de 1870 à 1982. Les prix sont en dollars U.S. - de 1982.[1] De 1871 à 1874, le prix du pétrole brut américain passe de $34.83 à $9.69 le baril, à la suite de découvertes pétrolières importantes; en trois ans la production de pétrole brut a plus que doublé (5,206 à 10,927 milliers de barils). En 1876, une chute de la production fait doubler le prix du pétrole.[2] Le marché, au début de l'industrie, est à la merci des multiples forages productifs et improductifs.

Les cinquante premières années de l'histoire du pétrole (1860-1910) sont marquées par la domination de la Standard Oil Company. Cette société a mis en place le premier système de formation des prix; les prix étaient alors fixés non pas par les producteurs mais plutôt par ceux qui contrôlaient la livraison du pétrole brut vers les marchés de consommation. Jusqu'à son démembrement en 1911, la Standard Oil a dominé

mais non pas stabilisé le marché du pétrole; durant cette période, le prix a oscillé continuellement, augmentant et diminuant en termes réels, jusqu'à 100% par année (1875-1876, 1912-1913).

De 1911 à 1928, le marché du pétrole est caractérisé par une hausse des prix et par une concurrence croissante. D'une part, la demande de pétrole croît à un rythme affolant. De 1900 à 1920, la consommation annuelle américaine de pétrole est passée de 229 à 3,027 trillions de BTUS (1,329 à 17,566 milliers de barils). De 1870 à 1920, le pétrole constituait progressivement une source d'énergie de plus en plus importante dont on adaptait les techniques pour faire face aux nouveaux marchés (éclairage, chauffage, traction). En 1920, naît aux États-Unis la première industrie de produits chimiques, et en 1926, la première unité de distillation de pétrole brut. L'aviation et l'automobile commencent déjà à prendre, après la Première Guerre mondiale, une importance considérable. Les importants investissements nécessaires à la recherche, à l'exploration, et à l'exploitation pétrolière ont favorisé l'intégration des compagnies.

> "Ainsi, à la veille de la Première Guerre mondiale, Standard Oil of New-Jersey, Mobil Oil, Gulf Oil, Texaco, SOCAL, B.P. et Shell, les sept "MAJORS", dominent déjà le marché du pétrole. Deux d'entre elles seulement contrôlent le Moyen-Orient: L'Anglo Persian (B.P.) et Shell."[3]

La présence sur le marché mondial de quelques groupes pétroliers intégrés, ainsi que la croissance des découvertes et exploitations pétrolières[4], ont entraîné une période de baisse, en termes réels, du prix du pétrole brut (1920 à 1930).

Le 17 septembre 1928, la Standard Oil New-Jersey, l'Anglo Iranian (B.P.) et Shell, signent l'Accord d'Achnacarry par lequel les prix sont fixés à partir du Golfe du Mexique. Le marché du pétrole est alors encore dominé par les État-Unis. La Dépression combinée à une nouvelle découverte pétrolière au Texas causent en 1930 une nouvelle baisse de prix. En 1931, le gouvernement américain décide d'une législation règlementant l'exploitation des champs pétroliers. La Texas Railroad Commission (TRC) a comme rôle de fixer les niveaux de production et de diviser le marché parmi les divers producteurs de pétrole. Ceci a résulté en un contrôle indirect des prix du pétrole. Un nouveau mécanisme de prix, initié par les État-Unis est maintenu malgré l'émergence d'une production non-américaine;

> "Le système qui s'établit à l'époque utilise comme point de référence le niveau des prix dans les ports d'embarquement du Texas. Pour obtenir le prix à la tête de puits d'un pétrole brut quelconque, il suffit de soustraire du prix ainsi défini, le coût réel du transport supporté par le pétrole brut considéré."[5]

Ce système, au départ mis en place par suite de la prédominance du marché du Golfe du Mexique, va survivre pendant 40 ans.

A partir de 1934, débute une période de stabilité, caractérisée par de fréquentes interventions du TRC pour limiter la production et maintenir les prix élevés. Pendant la Seconde Guerre mondiale, le prix du pétrole décline progressivement en termes réels. En 1945, le prix du pétrole est de $8.54. Jamais plus, nous n'aurons un prix aussi faible.

- Le pétrole

De 1870 à 1945, la consommation de pétrole a continuellement augmenté. Recherché tout d'abord pour la production de pétrole lampant, utilisé essentiellement pour l'éclairage, le pétrole commença à jouer un rôle dans la production d'énergie au début du XXième siècle, d'abord avec le "gas oil" et le "fuel oil" puis avec l'essence. En 1945, le pétrole représentait 32% de la consommation totale d'énergie américaine. Les États-Unis ont produit cette année là, 1713 millions de barils, soit plus de la moitié de la production mondiale. La nouvelle technologie a agi sur la demande et l'offre de pétrole, en ouvrant d'une part de nouveaux marchés (aviation, automobile) et d'autre part, en facilitant l'exploration pétrolière. De 1870 à 1945, le prix réel du pétrole a diminué à un taux moyen de 0.7% par année. Le prix moyen d'un baril de pétrole est, durant cette période, de

§12.37. Le prix a toutefois fortement oscillé; l'ampleur annuelle moyenne (en valeur absolue) des fluctuations étant d'environ 19%!

• Le charbon

La consommation de charbon croît jusqu'en 1920, puis diminue jusqu'à la Première Guerre Mondiale. Elle réaugmente entre 1939 et 1945. Le prix du charbon a lui aussi beaucoup fluctué depuis 1870 (graphique III). Ces variations de prix sont similaires à celle connues par le pétrole dans leur sens mais non dans leur amplitude. Tout comme le pétrole, le prix du charbon a augmenté en 1900 et 1920, et diminué en 1930. L'ampleur annuelle moyenne des fluctuations demeure sensiblement plus faible que celle du pétrole. On enregistre, pour la période 1870 à 1945, des variations moyennes (valeur absolue) de l'ordre de 7.0%, soit la moitié de celles calculées pour le pétrole. Contrairement au prix du pétrole, le prix du charbon a augmenté durant cette première phase, à un taux annuel moyen de 0.2%.

• Le gaz naturel et l'électricité

Les demandes de gaz naturel et d'électricité représentent, en 1945, respectivement 14% et 5% de la consommation totale d'énergie aux États-Unis. De 1920 à 1945, le prix réel du gaz naturel décline à un taux moyen de 2.2% par année. Par opposition au pétrole et au charbon, son prix a très peu oscillé, diminuant progressivement, sans sauts

majeurs. Le prix de l'électricité a lui aussi baissé en termes réels de 2% par année de 1926 à 1945. La seule anomalie dans sa tendance est la hausse réelle de 11% par année entre 1929 et 1932. Mentionnons que de 1929 à 1932 la consommation d'électricité est passée de 847 trillions de BTUS à 726 trillions de BTUS, soit une baisse de 14%. Durant le Krach, la consommation de toutes les formes d'énergie a diminué. Il est probable que pour couvrir les coûts fixes élevés, les compagnies d'électricité aient augmenté fortement leur prix. Contrairement au charbon, les prix du gaz naturel et de l'électricité n'ont pas suivi le cours variable du prix du pétrole. Les industries du gaz naturel et de l'électricité étant règlementées, les prix sont restés relativement stables.

Les soixante-quinze premières années de l'industrie pétrolière sont caractérisées par une forte expansion (nombreuses découvertes et exploitations pétrolières) et par une instabilité des prix. A la fin de la Seconde Guerre mondiale, le prix du pétrole est à peu près stabilisé. Les États-Unis dominent toujours le marché, mais la production non-américaine, particulièrement celle du Moyen-Orient, prend de plus en plus d'importance.

2. 1946 à 1972

Cette deuxième phase de l'industrie pétrolière est caractérisée par le déclin de la prépondérance américaine et par l'émergence du Moyen-Orient comme zone de production. En 1949, l'ensemble Moyen-Orient plus Vénézuela représente déjà le quart de la production mondiale de pétrole brut. Le mécanisme de formation des prix doit s'adapter aux nouvelles exigences. Le nouveau système utilise maintenant deux points de référence: les ports d'embarquement du Golfe du Mexique et du Golfe Persique.

> "La différence essentielle avec l'ancien mécanisme est qu'une zone neutre est fixée: en cette zone, les prix au second point de référence doivent être définis de telle manière qu'il soit indifférent d'approvisionner cette zone avec du pétrole brut provenant du Golfe du Mexique ou du Golfe Persique. On peut noter que dans l'ancien mécanisme tous les points de débarquement constituaient un point neutre, ce qui expliquait la multiplicité des prix du brut du Moyen-Orient, selon la destination. Avec le nouveau système, le pétrole brut du Moyen-Orient n'a plus qu'un prix: à l'Est de la zone neutre, il est plus avantageux d'acheter ce brut. Cette zone neutre correspond donc à un partage mondial des marchés, et apparaît comme une résultante des potentiels de production comparés des deux points de référence - les Caraïbes et le Golfe Persique."[6]

A l'origine, le point neutre est fixé à Malte. Puis, il se déplace vers l'Angleterre en juin 1948, à New-York à partir de septembre 1949, selon les clauses de l'Accord d'Achnacarry. En 1948, les États-Unis cessent d'exporter du pétrole vers l'Europe, et deviennent par le fait même, importateurs nets. Afin de protéger la production domestique et empêcher le point neutre de se déplacer encore vers l'Ouest, le gouvernement américain, par le truchement de la TRC, maintient le prix du pétrole brut élevé. De 1945 à 1948, le prix du pétrole passe de $8.54 à $13.08 le baril, soit une hausse réelle de 53%.

Les importations en provenance de l'Iran et du Koweit ne cessent d'augmenter; en 1950, les États-Unis importent déjà 177 millions de barils de pétrole brut.[7] Les américains donnent, d'abord à la TRC, puis au "Office of Defense Mobilization" et finalement directement au Président, le pouvoir de limiter les importations. Cette politique permet aux importations de pétrole de diminuer, en 1954, jusqu'à 239 millions de barils, à la production d'atteindre 2.3 milliards de barils, et au prix de se maintenir à peu près constant en termes réels jusqu'en 1956.

En juillet 1956, les Égyptiens ont nationalisé le Canal de Suez. Les exportations de pétrole du Moyen-Orient ont cessées, et celles du Vénézuela ont été réduites. Le prix du pétrole réagit et augmente aussitôt. Au moment de la crise

du Canal de Suez, le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord produisent 3,450,000 barils par jour, soit 32% de la production mondiale.[8] Le contrôle des importations, imposé à partir de 1957 par le Président Eisenhower, crée une offre excédentaire au Moyen-Orient et au Vénézuela. Le pétrole brut arabe et vénézuelien envahit le marché et provoque, de 1958 à 1960, une chute de prix de 9% en termes réels.

De 1955 à 1960, on enregistre d'importantes découvertes pétrolières au Nigeria, en Algérie, en Libye et en Abu Dhabi. Commence alors une chute constante des prix jusqu'en 1970. Depuis la fermeture du Canal de Suez, la taille unitaire des navires a augmenté, atteignant aujourd'hui en moyenne 300 milles tonnes par rapport à 20 milles tonnes en 1935. La nouvelle technologie maritime a donc permis de surmonter le problème politique de la fermeture du Canal et d'approvisionner assez rapidement les lieux de consommation éloignés.

Le 14 septembre 1960, le Vénézuela (grand leader), l'Iran, l'Irak, le Koweit et l'Arabie Saoudite forment l'Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole (OPEP). Ces principaux objectifs sont:

1. de lutter contre la baisse des prix mondiaux du pétrole;

2. de consolider leurs recettes fiscales; c'est-à-dire d'augmenter le fardeau fiscal des compagnies pétrolières

étrangères. Les pays exportateurs de pétrole s'intéressent aux grandes possibilités de rentes économiques dans la production de pétrole, où le coût marginal était alors à peine de 15¢ le baril, alors que le prix était de $3.87 ($1960);

3. de contrôler la production;

4. de nationaliser les concessions pétrolières.

"Jusqu'en 1970, les résultats obtenus par les pays exportateurs se bornent à une harmonisation des systèmes fiscaux et on peut dire que leurs revendications restent entières: ils ne contrôlent pas leur propre production, leur pétrole rapporte plus aux sociétés étrangères et aux pays consommateurs qu'à eux mêmes, ils vendent un produit dont le prix baisse et ils sont payés dans une monnaie qui se dévalue."[9]

De 1960 à 1970, le prix du pétrole a diminué de 17% en termes réels.

Mais à partir de 1970, la situation se renverse, la tension augmente. D'une part, la demande américaine de pétrole croît et ne peut être assumée entièrement par la production domestique. Les importations augmentent et représentent 31% de la consommation en 1972. De plus, la consommation mondiale de pétrole croît à un rythme annuel de 7.6% entre

1971 et 1973.[10] D'autre part, l'offre de pétrole diminue suite à l'instabilité politique de la Libye et de la Syrie, et aux peu de découvertes pétrolières d'importance. L'OPEP prend conscience de son pouvoir sur la production et aussi sur les prix.

De 1970 à 1973 s'ouvre une période de négociations intenses entre les compagnies et les pays producteurs, qui débouche sur la signature des Accords de Tripoli, en février 1971, et de Genève, le 20 janvier 1972. Les pays producteurs décrètent une hausse des impôts sur les bénéfices de 50 à 55%, une augmentation des prix affichés de 9%, la nationalisation des champs pétroliers (Algérie, Indonésie, Vénézuela, Iran, Libye et Irak) ou la participation amoindrie des compagnies étrangères (Arabie Saoudite, Abu Dhabi, Quatar et Koweit). A la fin de 1972, les prix affichés du pétrole dans le Golfe Persique deviennent les prix directeurs. La suprématie qu'exerçaient les États-Unis sur le marché du pétrole est maintenant terminée.

- Le pétrole

Durant cette deuxième phase (1946-1972), la consommation américaine de pétrole a crû à un rythme de 4.5% par année. En 1947, la demande de pétrole dépasse pour la première fois la demande de charbon. Depuis, le pétrole est resté, et de loin, le numéro 1 du marché de l'énergie (graphique I). De 1945 à 1972, l'ampleur annuelle moyenne des variations de

prix n'atteint que 4%, soit une nette amélioration par rapport à la période 1870-1945. Malgré la baisse réelle du prix du pétrole à partir de 1960, on enregistre, pour l'ensemble de cette seconde phase, une faible croissance du prix en termes réels, de 0.6% par année. Le prix moyen fut pour cette période de $11.18.

- Le Charbon

La demande de charbon décline de 3.3% par année, de 1945 à 1960, puis augmente en moyenne de 2.5% jusqu'en 1972. Durant la seconde période (1945-1972), le prix du charbon a beaucoup fluctué (graphique III). Le prix du charbon a suivi celui du pétrole, mais cette fois, l'intensité de ses variations est la plus forte (moyenne annuelle de 5%). Malgré ces chocs, le prix réel du charbon n'a baissé en fait que l'équivalent de 0.1% par année.

- Le gaz naturel et l'électricité

Contrairement au pétrole et au charbon, les prix du gaz naturel et de l'électricité ne subissent pas de chocs sévères (graphique III). Le prix de l'électricité continue à baisser au rythme annuel de 1.8%, alors que sa demande hausse de 2.8% par année, soit à un rythme très inférieur à celle du pétrole et du gaz naturel. Les parts de marché de l'électricité et du gaz naturel atteignent, en 1970, respectivement 43% et 33%. La demande de gaz naturel a crû, de 1946 à 1972, à un taux annuel moyen de 6.8%, malgré la hausse en termes réels de ses prix de 1.7% par année.

De 1945 à 1972, le marché pétrolier a atteint une certaine stabilité. La croissance importante de l'offre a permis à la TRC de maintenir les prix relativement stables, malgré la forte hausse de la demande. A la fin de 1972, l'ère de la TRC se termine, celle de l'OPEP débute.

3. 1973 à 1982

Cette troisième période débute avec la quatrième guerre Israelo-Arabe. En octobre 1973, les gouvernements arabes ordonnent des réductions de production et un embargo contre les pays soutenant Israel, notamment les États-Unis et les Pays-Bas. Le 16 octobre, l'OPEP annonce officiellement une hausse nominale de 70% du prix affiché du pétrole brut. Les prix sont désormais fixés unilatéralement par le Moyen-Orient. Tous les pays exportateurs de pétrole imitent l'OPEP. C'est alors qu'une petite poignée de gros acheteurs craint un arrêt de production et veut acheter à tout prix du pétrole. Cette panique se propage aux consommateurs. Nous assistons, en réponse à cette forte hausse de prix, à une augmentation de la demande! L'OPEP décide alors, le 23 décembre 1973, de rehausser le prix du pétrole brut, cette fois de 111% (en termes nominaux) par rapport à octobre 1973.

En avril 1973, le gouvernement américain abandonne sa politique de quotas d'importations, à la suite de la forte

hausse de la demande de pétrole et de la baisse de la production domestique. L'augmentation du prix du pétrole brut arabe de 1973 se répercute aux Etats-Unis par une hausse nominale de 132%, soit de 112% en termes réels. Les consommateurs réagissent et diminuent leur demande de pétrole. Alors qu'entre 1965 et 1973, la consommation de pétrole avait crû en moyenne de 5.2% par année, elle ne s'accroît plus annuellement que de 1.7% entre 1974 et 1978. Les prix du pétrole brut importé aux États-Unis se stabilisent, en termes nominaux aux environs de $13.80 le baril. Cette période de gel des prix correspond en fait à une chute de 11% du prix en termes réels (graphique II).

Cette période de détente du marché a été de courte durée. En septembre 1978, la révolution éclate en Iran. L'Iran décide, en décembre de la même année, de suspendre ses exportations de pétrole. L'Arabie Saoudite augmente sa production mais la plafonne à 8.5 millions de barils par jour. A cet époque, l'OPEP produit 60% de l'offre mondiale de pétrole (graphique V). A la fin de 1979, le prix officiel nominal d'un baril de pétrole brut Arab Light, atteint 24 dollars.[11] En mai 1980, l'OPEP hausse encore une fois ce prix à $28, puis à $34 en octobre 1981. A la toute fin de l'année 1981, le prix officiel du pétrole brut décline à la suite de la baisse constante de la demande mondiale; de 1979 à 1981, la consommation totale de pétrole diminue en moyenne de 3.7% par année.[12] En 1982-1983, les prix baissent toujours sous

l'effet de l'augmentation de la production non-OPEP, de l'utilisation d'inventaires par les pays importateurs, et de la baisse continue de la demande mondiale. En 1983, la part de l'OPEP n'est plus que de 36% (graphique V). Afin de maintenir les prix à peu près constants en termes nominaux, les pays membres de l'OPEP doivent réduire leurs exportations. Malgré cette mesure, le prix affiché du pétrole Arab Light est réduit à $29 le baril. Le prix continuera-t-il à chuter?

Les crises successives du pétrole ont eu un fort impact sur l'économie des États-Unis. Le taux d'inflation et le taux de chômage ont augmenté, la croissance économique et la productivité ont chuté. Les crises du pétrole ont fortement agi sur la consommation d'énergie, principalement sur la demande de pétrole et sur la demande d'énergies substituables.

- Le pétrole

De 1978 à 1980, le prix du pétrole brut importé aux États-Unis est passé de $19.62 à $39.17 le baril, soit une hausse de 100% en termes réels. C'est alors que la consommation américaine de pétrole a diminué pour la première fois, de 37 TBTUS en 1979 à 34 TBTUS en 1980. La part de marché du pétrole a donc décliné au profit des autres formes d'énergie, notamment le charbon et l'électricité. Au début du siècle, la technologie avait favorisé le développement de l'industrie pétrolière. Aujourd'hui, l'électricité est

l'élément moteur de la technologie moderne. L'ère du pétrole s'achèverait-elle doucement? Depuis 1980, le prix du pétrole a diminué de 7.3% en termes réels (graphique II). De 1980 à 1981, et même jusqu'en 1982, la demande de pétrole avait encore régressé. Les consommateurs ont-ils définitivement opté pour la conservation d'énergie, quel que soit le niveau des prix? ou ont-ils tout simplement remplacé le pétrole par une autre forme d'énergie?

- Le charbon

A partir de 1972, la consommation de charbon s'accroît. Même si le prix du charbon a suivi les fortes hausses du prix du pétrole, l'effet de substitution a été assez fort pour maintenir un taux de croissance moyen de la demande de 2.8% par année. De 1973 à 1982, le prix du charbon a bondi de 114% en termes réels (graphique III). Tout comme le pétrole, il a subi un premier choc en 1974, une période de déclin de 1976 à 1979, et un second choc en 1980. Cependant, alors que le prix du pétrole diminue depuis 1980, celui du charbon continue à grimper. Les crises de 1973 et 1978-79 ont indéniablement atteint le prix du charbon, sans toutefois comprimé sa demande. Au contraire, le charbon semble vouloir reprendre graduellement du terrain. Malgré sa hausse de prix, le charbon reste encore une forme d'énergie relativement attrayante pour les consommateurs intéressés à remplacer le pétrole.

• Le gaz naturel et l'électricité

La demande de gaz naturel a chuté de 1972 à 1978, et repris faiblement en 1979 et 1980, pour rechuter aussitôt après. Jamais auparavant le marché du gaz naturel n'avait été grièvement touché par les fluctuations du pétrole. Cette fois-ci, en moins de 10 ans, le prix du gaz naturel est passé de 42¢ le mille pieds cube (mpc) à $2.36, soit une hausse réelle de 462%. Le prix de l'électricité a, lui aussi, interrompu sa tendance à la baisse. De 1973 à 1982, le prix est passé de 3.8¢ à 6.4¢ le kilowatt-heure. En termes réels, il s'agit d'une croissance de 68%.

Après quarante années de relative stabilité sous le contrôle de la Texas Railroad Commission, le marché du pétrole a connu, sous le régime de l'OPEP, ses plus sévères chocs. Les hausses successives du prix du pétrole de 1973, 1978-79, ont eu un fort impact sur le prix des autres formes d'énergie, principalement sur le prix du gaz naturel. En plus d'affecter profondément le marché de l'énergie, les crises du pétrole ont contribué à la hausse des taux d'inflation et de chômage, et à la baisse de croissance économique enregistrée presque mondialement depuis 1980. La consommation d'énergie s'est ajustée à ces gigantesques changements de prix; la croissance de la demande d'énergie a nettement diminué depuis 1974. La part du pétrole a baissé au profit du charbon, du gaz naturel, de l'électricité et des autres sources alternatives d'énergie. Maintenant, on ne peut nier

que les consommateurs réagissent aux fortes hausses de prix par la conservation et la substitution.

Depuis 1980, le prix du pétrole diminue en termes réels. L'OPEP se bat pour empêcher le prix affiché de chuter davantage. La baisse de la demande combinée à l'augmentation de l'offre des pays exportateurs non-membres de l'OPEP, ont poussé les pays membres à diminuer leur production et les prix. De 1973 à 1981, la part de l'OPEP, est passée de 54% à 40%.[13] Aujourd'hui l'OPEP n'est plus ce qu'elle était; elle extrait 18 millions de barils par jour, alors que sa capacité de production est de 30 millions. L'ère de l'OPEP est-elle terminée? Plusieurs pensent que oui. Arlon Tussing soutient que comme la TRC, l'OPEP sera bientôt à son tour remplacée par un nouveau leader:

> "The system run by the TRC underpriced away its power to increase output whenever it was needed. OPEC as such never had either the will or the capacity to take responsibility, and Saudi Arabia blew its chance. It has now overpriced its ability to reduce production sufficiently to support world prices at present levels or, most likely, at any level. The only possible new candidates for price-maker may be PEMEX (Mexico's state oil company) and the U.S. Strategic Petroleum Reserve."[14]

Tussing a négligé ici un aspect important du marché international du pétrole; celui des coûts de production relatifs. Le TRC a perdu le leadership du marché, lorsque le Texas a épuisé ses réserves de pétrole à faibles coûts. Aujourd'hui, c'est au Moyen-Orient qu'on trouve les réserves nettement les moins coûteuses. Les coûts de production en Arabie Saoudite sont au plus de $4 dollars le baril, alors qu'ils sont de $20 le baril dans la Mer du Nord. Contrairement à la conclusion de Tussing, nous pensons que l'OPEP restera le leader du marché du pétrole aussi longtemps qu'il possèdera les réserves les moins coûteuses au monde, et qu'aucun évènement politique majeur n'interviendra.

Depuis la naissance de l'industrie, le marché du pétrole s'est comporté d'une manière plutôt instable, cyclique. Que nous réserve l'avenir quant à l'évolution du prix du pétrole? Pouvons-nous escompter que les prix continueront à baisser? ou plutôt qu'ils augmenteront à long terme? C'est à ces questions que de nombreux politiciens, industriels et économistes tentent de répondre, parfois par le truchement de modèles économétriques sophistiqués ou par l'analyse statistique de la tendance passée des prix. Nous nous proposons, dans le chapitre suivant, d'utiliser la seconde méthode pour tester différentes hypothèses quant à la tendance passée du prix du pétrole.

CHAPITRE III

Tendance passée et future du prix du pétrole: Analyse empirique

L'instabilité politique du Moyen-Orient combinée à la forte concentration des réserves et au leadership de l'OPEP, provoque une instabilité du marché du pétrole. Toutefois, la baisse de la demande d'énergie et l'augmentation de la production des pays non-membres de l'OPEP suggèrent que le marché ne devrait pas être aussi instable qu'entre 1972 et 1981. Quel serait alors le prix du pétrole en longue période?

De nombreux économistes tentent de prédire, à l'aide de modèles économétriques, ou tout simplement par l'examen de la tendance passée des prix, ce que pourait être le prix futur du pétrole. Dans ce chapitre, nous présenterons, en premier lieu, les deux principaux scénarios concernant la tendance à long terme du prix du pétrole: l'hypothèse de la tendance parabolique et celle de la tendance linéaire. Nous testerons, dans un second temps, ces hypothèses afin de savoir si elles respectent l'évolution passée du prix du pétrole. Nous utiliserons, à cette fin, les données du chapitre II sur le prix du pétrole depuis 1870. Que nous apprennent ces scénarios au sujet de la tendance future du prix du pétrole?

1. Quel sera le prix du pétrole dans l'avenir?

En décembre 1981, la sixième réunion du Energy Modelling Forum est consacrée aux modèles économétriques de projection du marché international du pétrole et à leur utilisation. Dix modèles furent mis à contribution pour définir un

scénario de référence à partir d'hypothèses communes; (1) la constance de la capacité de production de l'OPEP à 34 millions de barils par jour; (2) une croissance économique de 3% pour les pays de l'OCDE et (3) de 5% pour les pays en voie de développement, importateurs de pétrole.[15] Les résultats sont présentés au tableau VI. Malgré la différence de projections, nous notons une tendance à la hausse du prix de l'hydrocarbure:

> "The unmistakable long-run projected trend of world oil prices adjusted for inflation is upward. It can be expected that, following a several year slack oil market, oil prices will again begin rising, perhaps sharply, before the end of this decade."[16]

Ces modèles prévoient d'abord une baisse, puis à long terme, une hausse du prix réel du pétrole. Selon eux, les années 80 seront marquées, elles aussi, par l'instabilité et l'augmentation du prix du pétrole.

La plupart des modèles estime le prix comme étant une fonction des réserves de pétrole. Le prix d'un baril de pétrole est fixé par les détenteurs de ressources, de façon à maximiser la valeur présente de leurs avoirs. La décision de produire aujourd'hui un baril de pétrole exclut la possibilité de le produire plus tard. Le coût marginal de produire un baril de pétrole à la période "t" est la somme du coût

marginal de production et du coût d'utilisation. Le coût marginal de production représente le coût en capital, en travail et en matières premières, de produire un baril de pétrole de plus. Ce premier coût est, du moins pour l'Arabie Saoudite, négligeable.[17] Le coût d'utilisation est en fait le coût d'opportunité de produire un baril de pétrole de plus, aujourd'hui plutôt qu'à un autre moment dans le temps. Le producteur peut choisir de vendre son baril de pétrole plus tard, lorsque son coût d'opportunité sera plus élevé. Par conséquent, il doit escompter les coûts d'utilisation associés à chaque année. Les producteurs de pétrole planifient leur production de manière à ce qu'à chaque année le coût d'utilisation d'un baril de pétrole égalise le coût d'utilisation futur escompté. Ce coût futur est basé sur les anticipations des producteurs quant à l'ampleur des réserves inconnues, à la présence de sources d'énergie substituts, au taux d'escompte futur, à la sensibilité de la demande de pétrole par rapport au prix et à la croissance économique.[18]

Avec le temps, les réserves de pétrole diminuent, le coût d'acquisition augmente, ainsi que le prix. Selon cette logique, toutes les ressources non-renouvelables, comme le pétrole, devraient avoir à long terme, un prix croissant. Appelons ce cas-ci, l'hypothèse de la "tendance parabolique" du prix du pétrole. Au début de l'industrie, la production et les réserves connues sont faibles - le coût est élevé. Avec la hausse de la production et l'augmentation des réserves, les coûts décroient jusqu'à un point minimum, le

plus efficace. Puis, les producteurs anticipent la fin des réserves. Le coût d'utilisation augmente - le prix suit (voir graphique VI, (a)).

Cette explication néglige ou sous-estime l'effet d'autres facteurs agissant sur le coût d'utilisation: la présence d'énergies substituts, la baisse de la demande, la faible croissance économique des dernières années, et l'ampleur des réserves connues non exploitées. Depuis 1980, chacun des éléments énumérés a agi de manière à diminuer le coût d'utilisation. Plusieurs économistes soutiennent que le prix actuel d'un baril de pétrole est trop élevé, et qu'il devrait pendant la prochaine décennie, voire les deux prochaines décennies, diminuer en termes réels. Selon cette hypothèse, la baisse de la demande, la présence de substituts et de producteurs de pétrole concurrents, ont un impact plus important sur la tendance future du prix que l'épuisement (peut-être éloigné) des réserves de pétrole.

Selon Susan Fraker,

> "Demand for its (OPEP) oil has fallen so drastically that the cartel may not be able to raise prices in real terms until after the year 2000 - if then".[19]

Odell rajoute:

> "There is no economic justification for the present price of oil, and the efforts by OPEC to maintain it at this level".[20]

Selon eux, les prix depuis 1974 sont trop élevés, bien au-dessus de ce qu'ils seraient en concurrence parfaite. Les prix seraient voués à diminuer, du moins en termes réels.

Selon ce raisonnement, le prix du pétrole devrait diminuer en termes réels jusqu'en 1990, peut-être jusqu'en l'an 2000, pour retourner a un prix constant de long terme. Malgré les nombreux chocs, à la baisse ou la hausse, qui ont secoué le marché du pétrole, le prix demeure à long terme constant en termes réels. C'est l'hypothèse de "la tendance linéaire" (graphique VI, (b)). Le prix de long terme est généralement estimé autour de $14 le baril.

> "The low long-run supply price (LRSP) of oil in the early 1970s, was defined at a little over $1 per barrel by Professor Adelman at the time. (...) Given the pre-1973 expectation of a high rate of continuing increase in oil use it was then reasonable to hypothesize that the supply price curve would have to turn up to enable successively higher cost resources to be profitably exploited.

> Company spokesmen at the time suggested $7 per barrel (= about $14/bbl in 1980 dollars) as a reasonable level for the early 1980s. Meanwhile, however, the collapse of oil demand has stretched out the availability of low-cost oil, so that a more likely future LRSP curve now has a much flatter shape-rising no more than $10 per barrel (in 1980 dollars) by the year 2000."[21]

Arlon Tussing adhère lui aussi à l'hypothèse de la constance du prix en termes réels. A partir de données sur le prix réel du pétrole depuis 1870, il calcule le prix moyen pour les périodes 1871 à 1925, et 1926 à 1980. Il obtient respectivement $12.96 le baril et $13.04 le baril ($1982).[22] Il conclut que le prix de long terme du pétrole brut pourrait être de l'ordre de $13 dollars le baril. Par conséquent, le prix actuel étant bien au-dessus du prix de long terme, nous devons nous attendre prochainement à une chute du prix du pétrole.

Nous avons présenté deux scénarios possibles de la tendance de long terme du prix du pétrole: la tendance parabolique et la tendance linéaire. Dans la section qui suit, nous tenterons de tester la validité de ces deux hypothèses, à partir des données sur le prix du pétrole depuis 1870.

2. Analyse Empirique

L'analyse empirique qui suit n'a pas pour but d'estimer le cours futur du prix du pétrole. Les tests présentés ont pour objectif de vérifier la validité empirique de deux hypothèses, portant sur la tendance du prix du pétrole. Nous avons présenté précédement les deux scénarios de prix les plus souvent évoqués par les économistes et hommes d'affaires: (1) le prix des ressources non- renouvelables, notamment le pétrole, diminue au début de l'industrie, puis augmente à long terme, avec l'épuisement des réserves; (2) le prix du pétrole est, à long terme, constant en termes réels.

La première étape de notre démarche empirique consiste en une reformulation mathématique des deux hypothèses. Le scénario de la constance des prix suppose une fonction linéaire de la forme,

$$R1: \quad p_t = a + bT \qquad (1)$$

où

p_t = le prix d'un baril de pétrole brut en dollars constants de 1982

a = l'intercepte = le prix de long terme

b = la pente de l'équation

T = le temps

Selon cette hypothèse, p_t devrait être constant dans le temps. Il nous faudra vérifier si b est bien égal à 0.

Le second scénario correspond plutôt à une forme parabolique,

$$R2: \quad p_t = a + bT + cT^2 \qquad (2)$$

Nous devrons tester la signification du coefficient c.

Les données sur le prix du pétrole proviennent de l'Annexe A. Notre période d'échantillonage s'étendra de 1870 à 1982. Nous ferons également des tests sur des sous-groupes de l'échantillon. L'utilisation de séries chronologiques implique souvent un problème d'autocorrélation des erreurs. Lorsque l'autocorrélation est présente dans la régression, les paramètres estimés par les moindres-carrés ordinaires sont inefficaces et les écarts-types biaisés. Pour contourner ce problème, nous avons utilisé la technique AUTOREG du langage SAS (Statistical Analysis System), qui produit dans ce cas de meilleures estimations (annexe B). Les paramètres estimés par cette méthode sont similaires à ceux obtenus par

les moindres-carrés ordinaires, mais les écarts-types peuvent être bien différents. Les tests de Student sont donc affectés. Les résultats de nos régressions sont présentés au tableau II.

- Période 1870-1982

Nos deux premières régressions utilisent l'échantillon total. Nous obtenons les équation suivantes: (les valeurs entres parenthèses sont les t de Student)

$$R1: \quad p_t = \underset{(4.45)}{12.46} + \underset{(0.70)}{0.03T} \qquad R^2 = 0.004 \qquad \nabla^2 = 12.70$$

$$R2: \quad p_t = \underset{(6.69)}{22.0} - \underset{(-3.75)}{0.50T} + \underset{(4.11)}{0.005T^2} \qquad R^2 = 0.138 \qquad \nabla^2 = 11.40$$

Dans la première équation, R1, le coefficient de T est non-significatif.

On ne peut rejeter l'hypothèse selon laquelle la pente est nulle. Ceci supporterait l'hypothèse "linéaire"; les prix du pétrole sont constants à long terme. Le prix de long terme serait donc de $12.46 le baril ($1982). Cependant, plusieurs éléments nous indiquent que la régression est peu satisfaisante. Tout d'abord le R^2, coefficient de corrélation, est très bas. Le prix n'est donc pas du tout expliqué par les variables choisies (soit le temps). Mais

ceci ne nous surprend pas puisque le seul coefficient de la régression n'est pas significatif. La variance de la régression σ^2, est très élevée, 12.70 confirmant la grande instabilité du marché pétrolier.

Dans la seconde équation, R2, les deux coefficients de T sont différents de zéro. On ne peut donc pas rejeter l'hypothèse selon laquelle les prix suivraient dans le temps une trajectoire parabolique. Malgré la signification des paramètres de l'équation, le R^2 est très faible (0.138). La variance, quoique plus faible que dans R1, est encore très élevée (11.40).

Ces tests nous ont appris que nous ne pouvons rejeter l'hypothèse de la constance des prix, pas plus que celle de la tendance parabolique. L'insuffisance des coefficients de corrélation dénote la faiblesse du lien entre le prix du pétrole et le temps. L'ampleur de la variance, dans les deux régressions, suggère que le comportement des prix ne s'ajuste pas très bien aux formes linéaire et parabolique.

- Périodes 1870-1920 et 1920-1982

Les résultats des estimations sur ces périodes sont présentés à la section II, du tableau II. De 1870 à 1920, on ne peut rejeter l'hypothèse selon laquelle la croissance du prix du pétrole soit nulle, pas plus que celle de la tendance parabolique. Encore ici, les R^2 sont incroyablement bas, et

la variance très élevée. La grande instabilité du marché du pétrole durant cette première moitié de l'histoire de l'industrie, rend impossible l'identification d'une tendance. La seconde période, est relativement plus stable; pour les deux estimations, la variance est plus faible dans cette seconde moitié de l'histoire du pétrole. Cette fois-ci, le coefficient de T, dans R1, est significatif. La pente de la droite serait positive (prix augmente) et de 0.19, soit un taux de croissance de 68% entre 1920 et 1982. La forme parabolique explique relativement bien l'évolution du prix entre 1920 et 1982. Malgré une variance encore élevée, les trois paramètres de l'équation sont significatifs et le R^2 a dépassé 0.3. L'ajustement n'est pas encore parfait; une grande part de la variance des prix n'est toujours pas expliquée par le temps.

- Périodes 1880-1972, 1870-1972, 1880-1982

Que se passerait-il si nous retirions de notre échantillon les deux plus fortes périodes d'instabilité: 1870-1880 et 1972-1982. Il est entendu que la variance des régressions devra diminuer. Dans cette section, nous avons retiré successivement, puis conjointement, les données des périodes 1870-1880 et 1972-1982. Lorsqu'on retire ces deux périodes de forte instabilité les résultats supportent l'hypothèse de la constance, en termes réels, du prix du pétrole. Le coefficient de T, pour la période 1882 à 1972, est très près de zéro. Effectivement, on ne peut rejeter

l'hypothèse nulle, soit que la pente est égale à 0. Comme nous nous y attendions, la variance de cette régression est la plus faible enregistrée jusqu'à maintenant. Le coefficient de corrélation indique que les prix ne sont absolument pas affectés par le temps.

Si l'on retire successivement les périodes 1870-1880 et 1972-1982, les coefficients de T deviennent significatifs. Dans le premier cas, la pente est négative, et dans le second, positive. L'addition de ces périodes ont augmenté la variance de la régression. Remarquons que pour la période 1880-1982, le R^2 est assez élevé; la tendance à la hausse est effectivement assez nette. Le coefficient estimé représente un taux de croissance de 128% entre 1880 et 1982.

La quatrième partie de l'analyse empirique, teste l'hypothèse de la constance des prix, pour chaque 20 ans. De 1890 à 1910, de 1910 à 1930 et de 1930 à 1950, la pente n'est pas significative. Les deux premières périodes sont fortement instables (variances élevées) alors que la troisième l'est déjà moins. De 1950 à 1970, le prix a nettement diminué, mais très peu varié, alors que de 1970 à 1982, la tendance à la hausse est fortement significative, mais la variance est énorme.

Les résultats de cette section font ressortir l'alternance des périodes de baisse, de constance et de hausse de prix.

De 1870 à 1890, le marché du pétrole a connu sa période de plus forte instabilité (variance 26.81) et de baisse de prix. Puis, entre 1890 et 1950, les prix sont demeurés, à long terme, à peu près constants dans le temps. Cependant, cette période est marquée, elle aussi, par de larges fluctuations, à la hausse et à la baisse, particulièrement entre 1910 et 1930. A partir de 1950, les prix diminuent graduellement, du moins jusqu'en 1972 sans chocs importants. La dernière période est une phase de forte instabilité et de hausses de prix. Cet exercice confirme la grande instabilité du marché du pétrole. Seules deux périodes semblent être épargnées, 1930 à 1950 et de 1950 à 1970. Celles-ci correspondent à la domination du marché du pétrole par la Texas Railroad Commission.

Peut-on prévoir le cours futur du prix du pétrole? A cette question, un grand nombre d'observateurs répondront que non; l'instabilité politique du Moyen-Orient et la structure "cartelisée" du marché du pétrole créent un climat de grande incertitude. Même les projections de modèles les plus sophistiqués, sont à la merci d'une guerre arabe ou d'un coup d'état. La procédure que nous avons suivie n'estime que la tendance à long terme, et ne tient donc pas compte des chocs à court et moyen termes.

Les conclusions de notre démarche empirique ne sont pas catégoriques. La grande instabilité passée du marché du

pétrole rend difficile, voire presqu'impossible, l'identification certaine d'une tendance. En premier lieu, nous ne pouvons rejeter l'hypothèse de la constance des prix (réels), pas plus que celle de la tendance parabolique. L'insuffisance des coefficients de corrélation dénote la faiblesse du lien entre le prix du pétrole et le temps. L'ampleur de la variance confirme la très grande instabilité du marché du pétrole. En termes économétriques, aucune des deux hypothèses n'expliquent très bien le comportement du marché du pétrole. On ne peut donc conclure sur la présence d'une tendance à long terme, et encore moins sur le choix de la forme de cette tendance. Cependant on constate que le marché était instable et à la merci des évènements politiques.

CHAPITRE IV

Conclusion

Depuis la naissance de l'industrie, le marché du pétrole s'est comporté d'une manière plutôt instable, cyclique. Cette instabilité n'a pas empêché l'expansion rapide de l'industrie pétrolière. Les plus fortes variations, à l'exception de celles de 1973 et 1978-79, ont été enregistrées au tout début de l'industrie. Le marché du pétrole était alors dominé par la production américaine. A chaque découverte de pétrole, au Texas, en Louisiane ou en Oklahoma, le prix du pétrole chutait. L'ampleur moyenne des fluctuations, entre 1870 et 1945, était d'environ 19% (en termes réels).

Avec l'instauration de la Texas Railroad Commission, commence une période de relative stabilité marquée par des fluctuations d'amplitude plus ou moins élevées autour d'une tendance linéaire. Par son contrôle sur la production et sur les parts de marché, la TRC a maintenu un prix international stable mais un peu au-dessus du prix d'un marché compétitif. La deuxième phase de l'industrie pétrolière (1946-1972) est caractérisée par le déclin progressif de la prépondérance américaine et l'émergence du Moyen-O ient comme zone de production. Durant cette période, d'importantes découvertes pétrolières son faites au Moyen-Orient, qui auront pour effet de faire chuter les prix. De 1960 à 1970, le prix du pétrole a diminué de 17% en termes réels sans toutefois descendre sous le minimum de 1945. L'organisation des Pays Exportateurs de Pétrole, formée le 14 septembre 1960 par le

Vénézuela (leader) l'Iran, l'Irak, le Koweit et l'Arabie Saoudite, entreprend, à partir de 1970, une lutte contre la baisse des prix mondiaux, et une série de négociations avec les grandes sociétés pétrolières. Ces démarches aboutiront à la nationalisation des concessions pétrolières ou à la diminution de la participation étrangère dans ces concessions.

A la veille de la crise de 1973, l'OPEP domine officiellement le marché du pétrole. L'ère de la TRC et de relative stabilité est terminée. Les hausses successives de 1973, 1978-79, ont eu, pour la première fois de l'histoire du pétrole, un fort impact sur le prix des autres formes d'énergie, principalement sur le prix du gaz naturel. Les consommateurs ont réagi à ces gigantesques changements de prix par la conservation et la substitution. La période de 1973 à 1981 a été celle des plus forts chocs sur les prix du pétrole et du revirement de la tendance de la consommation. Depuis 1981, le prix du pétrole diminue en termes réels. L'OPEP extrait 18 millions de barils par jour, alors que sa capacité de production est de 30 millions. L'ère de l'OPEP serait-elle terminée? Nous pensons que non. Les pays de l'OPEP possèdent toujours les réserves de pétrole les moins coûteuses. Cependant, il est possible, que le prix du pétrole continue à diminuer.

L'instabilité chronique du marché du pétrole a nourri, et continue de nourrir, un climat d'incertitude quant à la

tendance future du prix du pétrole. Nous nous sommes demandés s'il était possible de cerner la tendance historique du prix du pétrole. Nous avons présenté et testé deux hypothèses: 1) le prix du pétrole tend à augmenter à long terme, suite à l'épuisement des réserves; 2) le prix du pétrole est, à long terme, constant en termes réels. La grande instabilité passée du marché du pétrole rend difficile, voire presqu'impossible, l'indentification certaine d'une tendance. Nos tests ont montré que nous ne pouvions rejeter l'hypothèse de la tendance linéaire, ni celle de la tendance parabolique. L'insuffisance des coefficients de corrélation dénote la faiblesse du lien entre le prix du pétrole et le temps. L'ampleur de la variance confirme la très grande instabilité du marché du pétrole.

NOTES INFRAPAGINALES

1. Les données sur les prix, et niveaux de consommation par forme d'énergie, sont décrites et présentées à l'annexe A.

2. De 1874 à 1876, la production américaine de pétrole brut passe de 10,927 à 9,133 milliers de barils.

   Source: United States, Bureau of the Census, Historical Statistics of U.S.A.; Colonial Times to 1970, ... page 594.

3. Jean-Marie Chevalier, Le nouvel enjeu pétrolier, Collection Perspectives de l'économique, Calmann - Levy, 1973, page 28.

4. En 1927, le prix du pétrole a chuté de 27% suite à la découverte et à l'exploitation du champ pétrolier Yates au Texas.

5. Philippe Hervieu et Jean-Pierre Pellegrin, "L'évolution du mécanisme de formation des prix du pétrole brut dans le monde", L'ingénieur, no. 303, 60e Année, octobre 1974, page 5.

6. op. cit. page 6.

7. Donnée tirée de: United States, Bureau of the Census, Historical Statistics of U.S.A.; Colonial Times to 1970, ... page 593.

8. Philippe Hervieu et Jean-Pierre Pellegrin, "L'évolution du mécanisme...", page 6.

9. Jean-Marie Chevalier, Le nouvel enjeu pétrolier, ..., page 61.

10. Canada - Department of Energy, Mines and Resources, International Oil Supply Branch, World Oil Supply/Demand Update, Ottawa, July 30th, 1982, page 21.

11. James M. Griffin et David J. Teece (eds.) OPEC Behaviour and World Oil Prices, George Allen and Unwin, Londres, 1982, page 12.

12. Canada, Department of Energy, Mines and Resources, International Oil Supply branch, World Oil Supply/Demand Update, Ottawa, July 1982, page 21.

13. Susan Fraker, "Why OPEC's Sheiks Shock no More", Fortune, December 26th, 1983, page 113.

14. Arlon Tussing, "An OPEC Obituary", The Public Interest, no. 70, winter 1983, page 20.

15. Energy Modelling Forum, World Oil; EMF 6 Summary Report, Terman Engineering Center, Stanford University, California, December 1981.

16. op. cit., page 32.

17. Adelman a estimé, en 1972, les coûts de production d'un baril de pétrole pour le Moyen-Orient, à 20¢ le baril. Edward Neufeld suggère comme coût marginal de production 50¢ le baril.

    Sources: M. A. Adelman, The World Petroleum Market, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 1972, page 76.

    Edward P. Neufeld, "International Financial Stability in the New Oil Price Scenarios', Canadian Public Policy - Analyse de Politiques, vol. 9, no. 3, 1983, page 305.

18. Chacun des facteurs agissant sur le coût d'utilisation est examiné en détail dans:

    James M. Griffin et Davis Teece, OPEC Behavior and World Oil Prices, ..., pages 19 à 25.

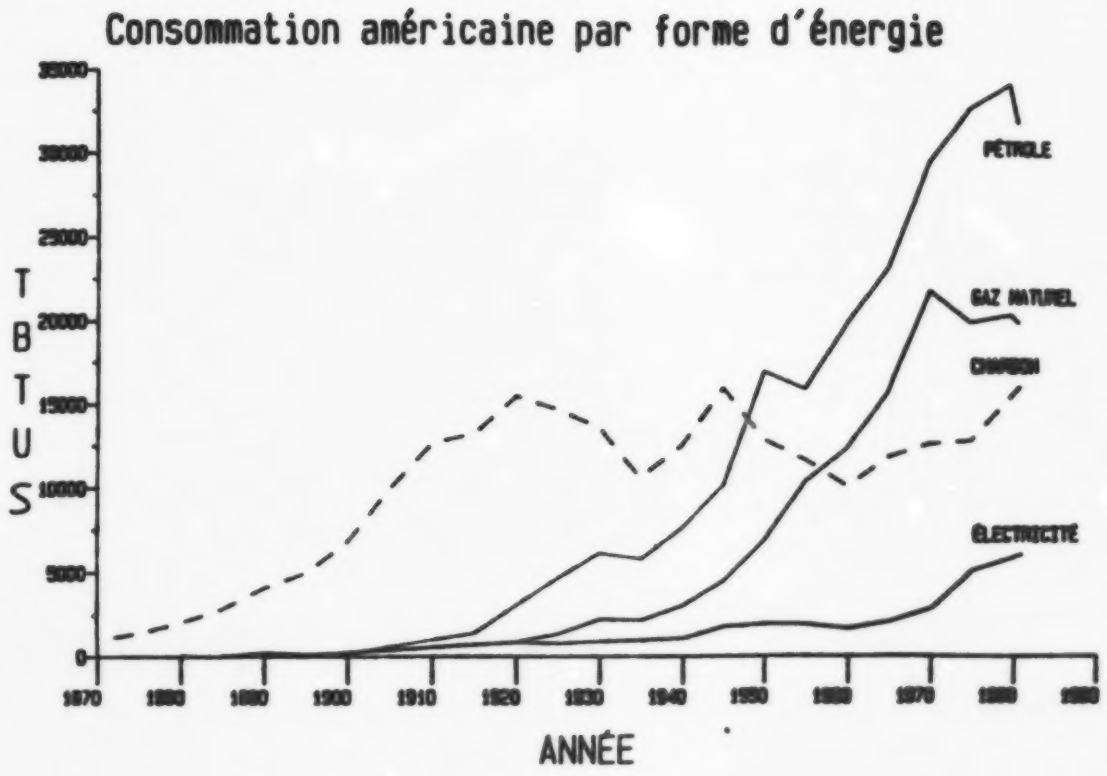
19. Susan Fraker, "Why OPEC's Sheiks Shock no More", ..., pag 113.

20. Peter R. Odell, "An Alternative View of the Outlook for the International Oil Market", Petroleum Economist, volume 6, no. 10, October 1983, page 393.

21. op. cit., page 393.

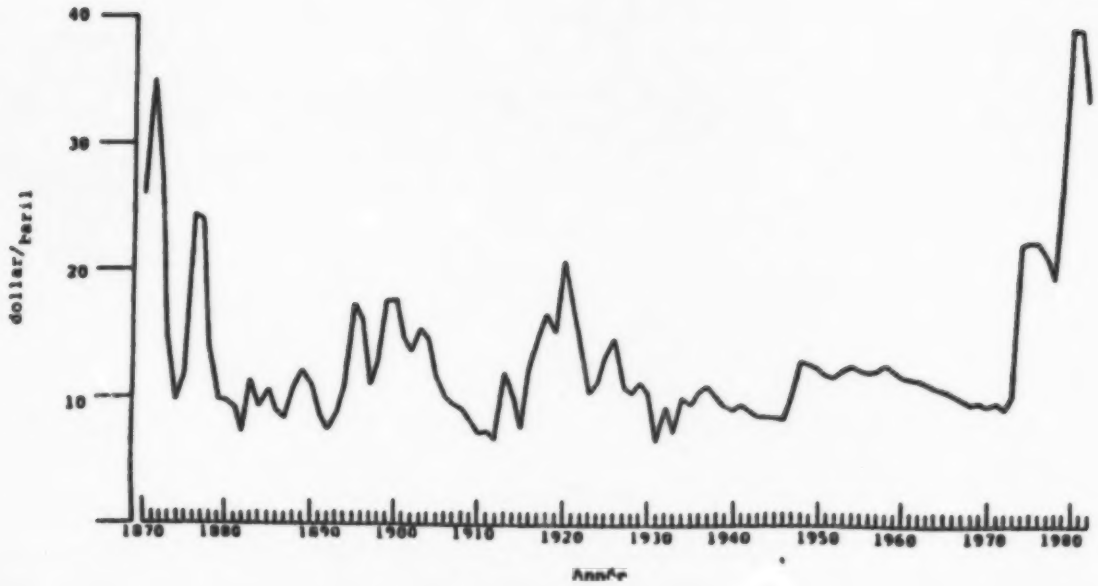
22. Arlon Tussing, "An OPEC Obituary", ..., page 21.

Graphique I:


Consommation américaine par forme d'énergie
TBTUS
ANNÉE
PÉTROLE
GAZ NATUREL
CHARBON
ÉLECTRICITÉ

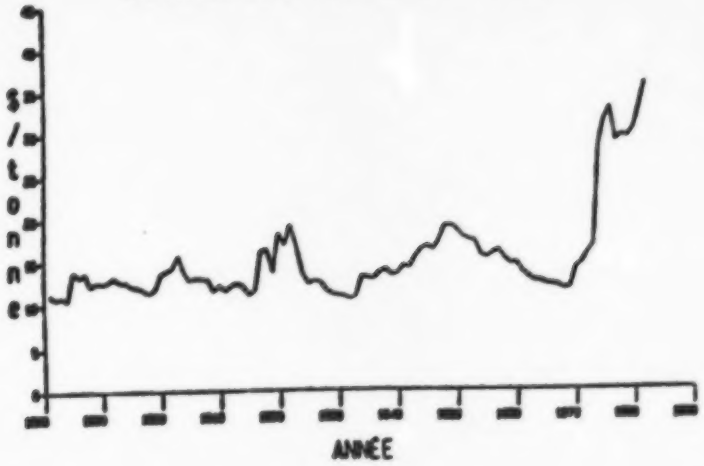
Graphique II:

Evolution du prix réel du pétrole brut, 1870-1982
Dollars U.S. constants 1982

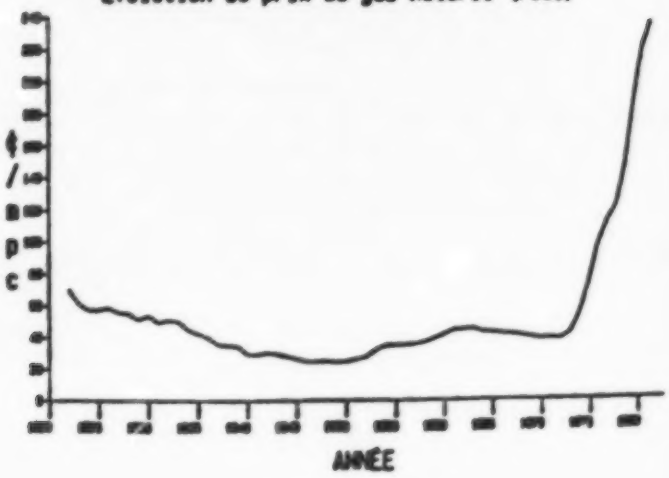


Graphique III

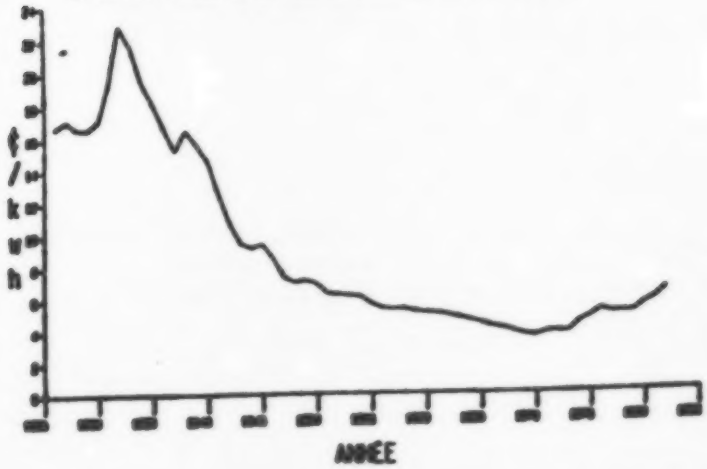
Evolution du prix du charbon (réel)



Evolution du prix du gaz naturel (réel)

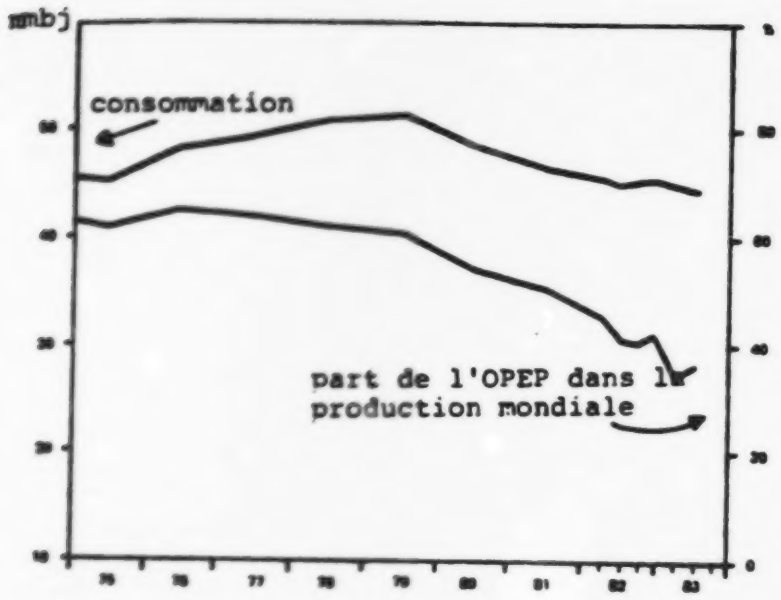


Evolution du prix de l'électricité (réel)



Graphique IV

Marché mondial du pétrole; 1974-1983



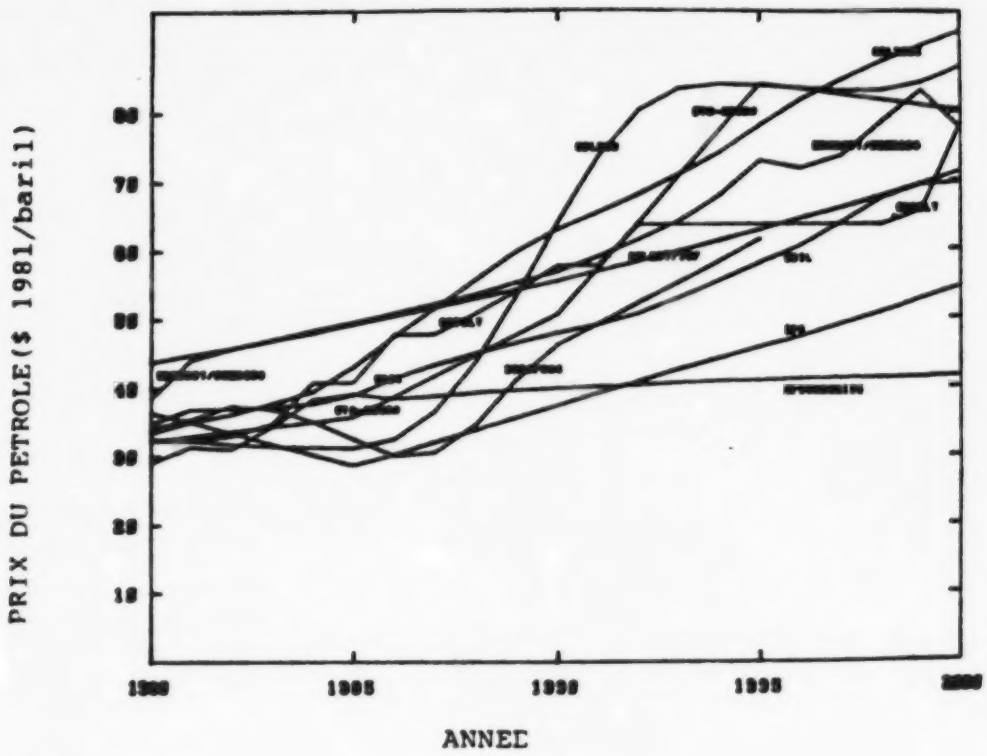
Source: Neufeld, Edward P., "International Financial Stability in the New Oil Price Scenarios", Canadian Public Policy-Analyse de Politiques, vol 9.,no3,page 305.

Tableau I: Liste des modèles présentés au Forum : EMF 6

Gately/Kyle/Fischer	Dermot Gately/John Kyle	New York University/ Imperial Oil
IEES/OMS (International Energy Evaluation System/ Oil Market Simulation)	Calvin Kilgore	U.S. Dept. of Energy
IPE (International Petroleum Exchange)	Nazli Choucri	MIT
Salant/ICF	Stephen Salant William Stitt	U.S. Federal Trade Commissio ICF, Inc.
ETA-MACRO	Alan Manne	Stanford University
WOIL	John Stanley-Miller	U.S. Dept. of Energy
Kennedy/Nehring	Michael Kennedy/ Richard Nehring	University of Texas/ RAND Corporation
OILTANK	Leif Ervik	Christian Michelsen Institute
Opeconomics	John Mitchell	British Petroleum Corp.
OILMAR	Frank Potter	Energy and Power Sub-committee: U.S. House of Representatives

Source: Energy Modelling Forum, World Oil:EMF 6 Summary Report, Terman Engineering Center, Stanford University, California, décembre 1981, page 15.

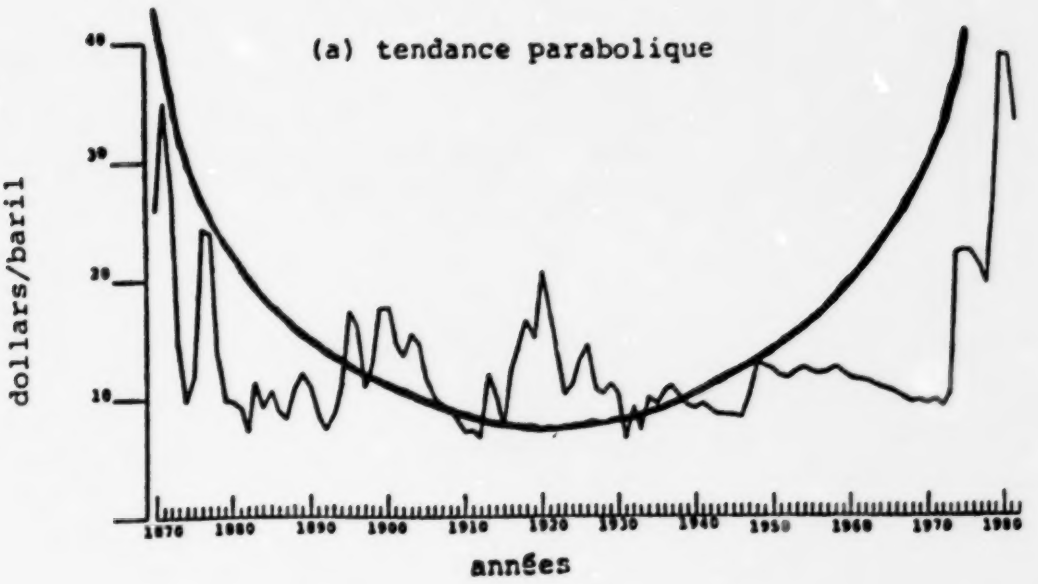
Graphique V: Projections de prix du pétrole, présentées au Forum, EMF 6.



Source: Energy Modelling Forum, World Oil: EMF 6 Summary Report, Terman, Engineering Center, Stanford University, California, décembre, page 33.

Graphique VI:

Scénarios de la tendance parabolique et de la tendance linéaire



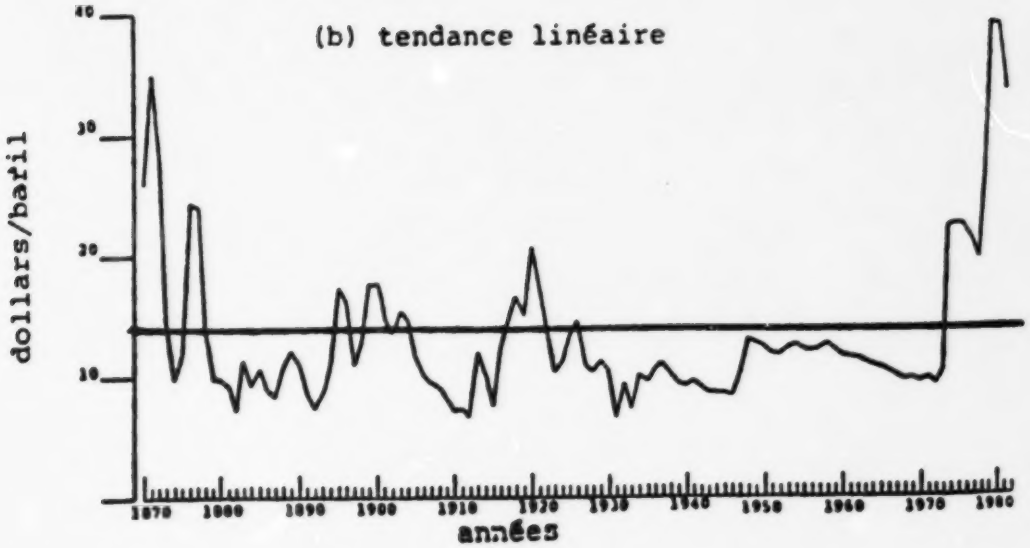


TABLEAU II: Résultats des régressions R1 et R2 par période d'échantillonnage

Section-période Modèle	Estimateurs						R^2	Variance
	B_o	t	B1	t	B2	t		
I : 1870-1982								
R1	12.46	4.45	0.03	0.70	-	-	0.004	12.70
R2	22.00	6.69	-0.50	-3.75	0.005	4.11	0.138	11.40
II : 1870-1920 1920-1982								
R1	16.91	5.57	-0.12	-1.17	-	-	0.028	16.70
	8.71	2.74	0.19	2.24	-	-	0.077	9.41
R2	24.16	6.33	-1.00	-2.94	0.02	2.69	0.161	14.96
	19.03	5.64	-0.87	-3.58	0.02	4.52	0.328	7.46
III R1:								
1880-1972	11.38	9.68	-0.01	-0.29	-	-	0.001	3.87
1870-1972	15.42	8.90	-0.06	2.17	-	-	0.045	9.01
1880-1982	7.82	2.99	0.10	2.43	-	-	0.560	7.83
IV R1:								
1870-1890	24.06	5.85	-0.84	-2.60	-	-	0.274	26.81
1890-1910	12.91	4.52	-0.12	-0.55	-	-	0.016	6.70
1910-1930	9.92	4.18	0.15	0.83	-	-	0.037	8.63
1930-1950	8.60	9.07	0.12	1.63	-	-	0.129	1.97
1950-1970	13.01	35.59	-0.15	-5.44	-	-	0.622	0.09
1970-1982	5.01	1.53	2.41	5.91	-	-	0.777	21.38

ANNEXE A

L'annexe suivante a pour but de présenter et de décrire les données présentées aux graphiques I, II, III, IV. On retrouvera les données annuelles, à partir desquelles ces graphiques ont été construits, aux tableaux correspondants A-I, A-II, A-III, A-IV.

Tableau et graphique I - Consommation américaine par forme d'énergie (1870-1983). Cette série est exprimée en termes de trillions de British Thermal Unit (TBTUS).

Consommation de charbon = bitumineux + anthracite;
Consommation de pétrole brut est ajustée pour les écarts de qualité;
Consommation de gaz naturel = gaz naturel (sec);
Conommation d'électricité = consommation primaire d'hydro électricité.

Tableau et graphique II - Evolution du prix réel du pétrole brut, 1870-1982. Cette série est exprimée en dollars constants U.S. de 1982, par baril. Le prix du pétrole brut est en fait, le prix international du pétrole, livré aux Etats-Unis. De 1870 à 1972, les Etats-Unis ont dominé la production de pétrole. Par conséquent, les prix présentés au tableau II, correspondent aux prix moyens à la tête des puits américains. A partir de 1973, le Moyen-Orient a contrôlé la production mondiale de pétrole brut.

Les prix présentés à partir de 1973 sont en fait le coût moyen d'acquisition, pour le rafineur américain, du pétrole brut importé.

Nous avons utilisé, pour dégonfler la série nominale, le "U.S. Wholesale Price Index" (1870-1925), et le "GNP Deflator" (1926-1982) en prenant 1982 = 100.

Tableau et graphique III - Evolution du prix réel du charbon, du gaz naturel et de l'électricité aux Etats-Unis: 1880-1982.

Les trois séries sont exprimées en dollars U.S. constants 1982. Nous avons utilisé pour déglonfler les prix, les données du WPI et GNP deflator présentées au tableau II.

Prix du charbon: nous avons choisi le prix du charbon bitumineux moyen par tonne, F.O.B. de la mine;

Prix du gaz naturel: valeur moyenne au puit de mille pieds cube de gaz naturel;

Prix de l'électricité: prix moyen pour tous les services, kilowatt-heure.

TABLEAU A-I: Consommation américaine par forme d'énergie 1870-1983

(TBTUS)

ANNÉE	PÉTROLE	GAZ NATUREL	CHARBON	ÉLECTRICITÉ
1870	11	-	1048	-
1875	11	-	1440	-
1880	96	-	2054	-
1885	40	82	2840	-
1890	155	257	4062	20
1895	168	147	4950	90
1900	229	252	6841	250
1905	610	372	10001	386
1910	1007	540	12714	539
1915	1411	680	13294	691
1920	3027	869	15504	775
1925	4641	1336	14706	701
1930	6148	2215	13639	785
1935	5799	2155	10634	831
1940	7662	3020	12535	917
1945	10199	4464	15972	1486
1950	16994	6933	12913	1601
1954	15956	10428	11703	1497
1960	19919	12885	10120	1663
1965	23246	15769	11886	2105
1970	29522	2195	12664	2893
1975	32732	19947	12825	5119
1980	34204	20391	15492	5857
1981	31931	19922	16010	6040

Source: U.S.Department of the Census, A Statistical Abstract Supplement: Historical Statistics of the United States - Colonial times to 1957, Washington D.C., 1960.

U.S. Department of Energy, State Energy Data Report: 1960 through 1981, Energy Information Administration, Washington D.C., June 1983.

TABLEAU A-II: Evolution du prix réel du pétrole brut, 1870-1982

ANNEE	PRIX NOMINAL $/baril	DEFLATEUR 1982= 100	PRIX REEL $ Constant= 1982
1870	3.36	.129	25.97
1871	4.34	.125	34.83
1872	3.64	.130	27.92
1873	1.83	.127	14.36
1874	1.17	.121	9.69
1875	1.35	.113	11.94
1876	2.56	.105	24.28
1877	2.42	.102	23.82
1878	1.19	.087	13.64
1879	.86	.086	9.97
1880	.94	.096	9.81
1881	.91	.099	9.22
1882	.77	.104	7.44
1883	1.09	.097	11.26
1884	.83	.089	9.31
1885	.86	.081	10.56
1886	.70	.079	8.91
1887	.71	.081	8.71
1888	.88	.082	10.68
1889	.94	.078	12.11
1890	.87	.079	11.03
1891	.67	.078	8.59
1892	.56	.075	7.49
1893	.67	.076	8.77
1894	.80	.072	11.17
1895	1.23	.071	17.41
1896	1.10	.069	16.00
1897	.76	.069	11.00
1898	.91	.071	12.82
1899	1.29	.074	17.55
1900	1.37	.077	17.79
1901	1.14	.076	14.93
1902	1.09	.079	13.81
1903	1.24	.080	15.53
1904	1.18	.081	14.60
1905	.90	.083	10.88
1906	.85	.085	10.05
1907	.84	.088	9.54
1908	.81	.087	9.26
1909	.76	.091	8.39
1910	.67	.093	7.19
1911	.68	.092	7.37
1912	.65	.094	6.77
1913	1.15	.095	12.06
1914	.98	.097	10.07
1915	.79	.102	7.77
1916	1.42	.114	12.45
1917	2.07	.142	14.61
1918	2.64	.159	16.56
1919	2.79	.182	15.34
1920	4.30	.207	20.75
1921	2.21	.173	12.80
1922	2.10	.159	13.23
1923	1.68	.163	10.33
1924	1.81	.162	11.16
1925	2.19	.164	13.32
1926	2.41	.162	14.88
1927	1.72	.158	10.86
1928	1.68	.161	10.44
1929	1.78	.160	11.10
1930	1.62	.155	10.44

TABLEAU A-II (Suite)

ANNEE	PRIX NOMINAL $/baril	DEFLATEUR 1982= 100	PRIX REEL $ Constants 1982
1931	.93	.141	6.60
1932	1.17	.125	9.36
1933	.92	.123	7.50
1934	1.36	.133	10.20
1935	1.31	.136	9.65
1936	1.45	.137	10.61
1937	1.58	.143	11.04
1938	1.46	.140	10.44
1939	1.32	.139	9.50
1940	1.32	.142	9.29
1941	1.48	.153	9.68
1942	1.53	.168	9.17
1943	1.54	.176	8.73
1944	1.56	.181	8.64
1945	1.58	.185	8.54
1946	1.82	.214	8.49
1947	2.50	.242	10.31
1948	3.39	.259	13.08
1949	3.30	.257	12.86
1950	3.31	.262	12.65
1951	3.34	.279	11.96
1952	3.34	.283	11.81
1953	3.55	.287	12.36
1954	3.68	.291	12.64
1955	3.67	.297	12.34
1956	3.71	.307	12.09
1957	3.89	.317	12.26
1958	4.09	.322	12.69
1959	4.00	.329	12.14
1960	3.87	.335	11.55
1961	3.87	.338	11.45
1962	3.85	.344	11.30
1963	3.88	.349	11.11
1964	3.87	.355	10.91
1965	3.89	.363	10.73
1966	3.88	.374	10.36
1967	3.90	.385	10.12
1968	3.93	.403	9.76
1969	4.15	.423	9.81
1970	4.29	.446	9.63
1971	4.56	.468	9.74
1972	4.57	.488	9.37
1973	5.38	.516	10.42
1974	12.52	.566	22.12
1975	13.93	.620	22.46
1976	13.48	.599	22.52
1977	14.53	.691	21.02
1978	14.57	.742	19.62
1979	21.67	.807	26.85
1980	33.89	.865	39.17
1981	36.80	.944	38.97
1982	33.20		33.20

Source: TUSSING, Arlon R., "Reflections on the End of the OPEC Era". Alaska Review of Social and Economic Conditions, Vol. XIX, no. 4, décembre 1982.

TABLEAU A-III: Prix réels du gaz naturel, du charbon et de l'électricité, $ constants 1982, 1880-1982

ANNÉE	CHARBON $/tonne	GAZ NATUREL $/mpc	ÉLECTRICITÉ ¢/kWh
1880	13.02		
1881	11.31		
1882	10.77		
1883	11.03		
1884	10.56		
1885	13.95		
1886	13.29		
1887	13.70		
1888	12.20		
1889	12.69		
1890	12.53		
1891	12.69		
1892	13.20		
1893	12.63		
1894	12.64		
1895	12.11		
1896	12.03		
1897	11.74		
1898	11.27		
1899	11.76		
1900	13.51		
1901	13.82		
1902	14.18		
1903	15.50		
1904	13.58		
1905	12.77		
1906	13.06		
1907	12.95		
1908	12.87		
1909	11.51		
1910	12.17		
1911	11.56		
1912	12.11		
1913	12.42		
1914	12.06		
1915	11.08		
1916	11.58		
1917	15.91		
1918	16.23		
1919	13.68		
1920	18.12		
1921	16.71		
1922	18.99	69.81	
1923	16.44	61.35	
1924	13.50	57.41	
1925	12.44	57.32	
1926	12.72	56.64	16.72
1927	12.59	55.70	17.15
1928	11.55	55.28	16.62
1929	11.13	51.25	16.58
1930	10.97	53.90	17.16
1931	10.92	49.64	19.50
1932	10.48	51.20	22.80
1933	10.89	50.40	21.62
1934	13.16	45.11	19.39
1935	13.01	42.65	18.08
1936	12.84	40.15	16.56
1937	13.57	35.66	15.17
1938	13.93	35.00	16.42
1939	13.24	34.51	15.53

TABLEAU A-III (Suite)

ANNEE	CHARBON $/tonne	GAZ NATUREL $/mpc	ELECTRICITE ¢/kWh
1940	13.45	29.41	14.50
1941	14.31	29.17	12.41
1942	14.05	30.35	10.65
1943	15.28	29.56	9.43
1944	16.13	28.18	9.11
1945	16.54	26.49	9.35
1946	16.07	24.77	8.45
1947	17.19	24.79	7.31
1948	18.91	25.10	6.96
1949	18.99	24.51	7.09
1950	18.47	24.81	6.90
1951	17.63	26.16	6.28
1952	17.31	27.56	6.23
1953	17.14	32.06	6.16
1954	15.53	34.71	6.08
1955	15.15	35.02	5.62
1956	15.70	35.18	5.34
1957	16.02	35.65	5.26
1958	15.09	36.96	5.31
1959	14.50	39.21	5.13
1960	14.60	41.79	5.04
1961	13.55	44.67	5.00
1962	13.02	45.06	4.88
1963	12.58	45.56	4.72
1964	12.54	43.38	4.56
1965	12.23	42.98	4.38
1966	12.14	41.98	4.17
1967	12.00	41.56	4.05
1968	11.59	40.69	3.84
1969	11.80	39.48	3.64
1970	14.03	38.34	3.56
1971	14.50	38.88	3.78
1972	15.70	38.11	3.81
1973	16.53	41.86	3.79
1974	27.88	53.71	4.39
1975	31.02	71.77	4.70
1976	32.41	96.82	5.15
1977	28.68	111.43	4.94
1978	29.35	121.97	4.97
1979	29.12	145.97	4.94
1980	30.06	185.32	5.46
1981	32.50	218.54	5.78
1982	35.33	235.6	6.38

Sources: 1880-1970:
United States Bureau of the Census, Historical Statistics of U.S.A.; Colonial Times to 1970, Washington D.C., Government Printing Office, 1976.

1970-1980:
World Energy Industry Information Services, The Energy Decade 1970-1980: A Statistical and Graphic Chronicle, Ballinger Publishing Company, Cambridge, 1982.

1981-1982:
World Energy Industry Information Services, World Energy Industry, volume II, no. 4, Business Information Display, Inc., U.S.A., 1982.

ANNEXE B

La procédure AUTOREG du langage SAS (Statistical Analysis System) estiment les paramètres des modèles linéaires dont les erreurs suivent possiblement un schème autorégressif d'ordre ρ . AUTOREG ne peut être utilisé que si les données des séries chronologiques sont également espacées. Cette méthode est aussi appelée "the two-step full transform method". AUTOREG estime tout d'abord le modèle Y = X B + U, en utilisant les moindres - carrés ordinaires, puis calcule la covariance des erreurs pour ρ retards. On transforme les données pour réestimer ensuite B par les moindres - carrés ordinaires. Cette méthode est semblable à celle des moindres - carrés généralisés.

Nous avons utilisé cette technique pour estimer nos équations. Nous les avons tout d'abord estimé par les moindres - carrés ordinaires, pour constater qu'il existait une très forte autocorrélation des erreurs. Nous avons donc réestimé les équations en utilisant AUTOREG, avec un schème autorégressif d'ordre 1.

Source: Statistical Analysis System, SAS User's Guide; Basics, 1982 Edition.

Bibliographie

ADELMAN, M.A., "OPEC as a Cartel" dans OPEC Behavior and World Oil Prices, Griffin, J.M. and D.J. Teece (eds), London, George Allen, Unwin (Publishers) Ltd, 1982, pp. 37-63.

ADELMAN, M.A., The World Petroleum Market, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 1972.

AYOUB, Antoine, Où va le prix du pétrole? cahier 82-03, Groupe de recherche en économie de l'énergie, Université Laval, avril 1982.

ASKARI, H. and Mehdi SALEHIZADEH, "Reflections on OPEC Oil Pricing Policies", OPEC Review, col. III, no. 1, March 1979, pp. 21-25.

Canada - Department of Energy, Mines and Resources, International Oil Supply Branch, World Oil Supply/Demand Update, Ottawa, July 30th 1982.

CASSADY, Ralph, Jr., Price Making and Price Behavior in the Petroleum Industry, Petroleum monograph series, volume I, New Haven: Yale University Press, 1954.

CHEVALIER, Jean-Marie, Le nouvel enjeu pétrolier, collection Perspectives de l'économique, Calmann-Levy, 1973, pp. 23-63.

DANIELSEN, Albert L., The Evolution of OPEC, University of Georgia, Harcourt Brace Jovanovich Publishers, New-York, 1982.

DASGUPTA, P.S. and G.M. HEAL, Economic Theory and Exhaustible Resources, Cambridge Economic Handbooks, Cambridge University Press, 1979.

EGLINGTON, Peter, A Framework for Understanding the World Oil Market, Peter Eglington Associates Limited, Ottawa, 1982.

"Energy demand, supply and needed development resources are assessed; World Petroleum Congress Report", Oil and Gas Journal, September 5th, 1983, pp. 71-73.

Energy Modeling Forum, World Oil; EMF 6 Summary Report, Terman Engineering Center, Stanford University, California, December 1981.

"Fifty Years of the Oil Industry", Petroleum Economist; The International Energy Journal, volume 4, no. 9, September 1983, pp. 326-327.

FRAKER, Susan, "Why OPEC's Sheikhs Shock no More", Fortune, 26 December 1983, pp. 113-114.

GRIFFIN, James M., and TEECE, David J., (eds.), OPEC Behaviour and World Oil Prices, George Allen and Unwin, London, 1982.

HERVIEU, Philippe et Jean-Pierre PELLEGRIN, "L'évolution du mécanisme de formation des prix du pétrole brut dans le monde", L'ingénieur, no. 303, 60e année, octobre 1974, pp. 3-12.

International Energy Agency, World Energy Outlook, OECD, Paris, 1982.

International Institute for Applied Systems Analysis, Energy Systems Program Group, Energy in a Finite World: A Global Systems Analysis, Ballinger Publishing Company, Cambridge, 1981.

JAZAIRY, Idriss, "The Facts About Oil Price Adjustments", OPEC Bulletin, June 1982, pp. 6-9.

JOHANY, Ali D., The Myth of the OPEC Cartel; The Role of Saudi Arabia, University of Petroleum and Minerals, Saudi Arabia and John Wiley & Sons Ltd, 1980.

LICHTBLAU, J.H., "The Limitation to OPEC's Pricing Policy", in OPEC Behavior and World Oil Prices, Griffin, J.M. and D.J. Teece (eds.), London, George Allen & Unwin (Publishers) Ltd, 1982, pp. 131-144.

NEUFELD, Edward P., "International Financial Stability in the New Oil Price Scenarios", Canadian Public Policy - Analyse de Politiques, vol. 9, no. 3, pp. 304-313, 1983.

NORENG, O., "The Western World and the Oil Exporters: An Historical Analogy", OPEC Review, vol. III, no.3, fall 1979, pp. 46-55.

ODELL, Peter R., "An Alternative View of the Outlook for the International Oil Market", Petroleum Economist, volume L, no. 10, October 1983, pp. 392-394.

RAHMER, B.A., "Reserves and Resources", Petroleum Economist, volume 4, no. 9, September 1983, pp. 329-333.

ROSENBERG, Nathan, "Innovative Responses to Materials Shortages", American Economic Association, vol. 63, no. 2, May 1971, pp. 111-118.

SHERMAN, R., Economics Industry, Boston, Little, Brown and Company, 1974.

Statistical Analysis System, SAS User's Guide: Basics, 1982 Edition.

TEECE, D.J., "OPEC Behavior: An Alternative View", in OPEC Behavior and World Oil Prices, Griffin, J.M. and D.J. Teece (eds.), London, George Allen & Unwin (Publishers) Ltd, 1982, pp. 66-93.

TUSSING, Arlon R., "An OPEC Obituary", The Public Interest, no. 70, winter 1983, pp. 3-21.

TUSSING, Arlon R., "Reflections on the End of the OPEC Era", Alaska Review of Social and Economic Conditions, vol. XIX, no. 4, December 1982.

United Nations, World Energy Supplies 1973-1978, Department of International Economic and Social Affairs, Statistical Office, series J. no. 22, New-York, 1979.

United States, Bureau of the Census, Historical Statistics of U.S.A.; Colonial Times to 1970, Washington, D.C., Government Printing Office, 1976.

United States, Department of Commerce, Bureau of the Census, Historical Statistics of the United States - Colonial Times to 1957, A Statistical Abstract Supplement, Washington D.C., 1960.

United States Department of Energy, State Energy Data Report: 1960 through 1981, Energy Information Administration, Washington D.C., June 1983.

World Energy Industry Information Services, The Energy Decade 1970-1980: A Statistical and Graphic Chronicle, Ballinger Publishing Company, Cambridge, 1982.

World Energy Industry Information Services, World Energy Industry, volume II, no. 4, Business Information Display, Inc., U.S.A. 1982.